



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable
en un concreto $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con cemento tipo I,
Ventanilla 2018”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Sudario Salazar, Raúl Gregorio

ASESOR:

Ms. Ing. Arriola Moscoso, Cecilia

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2018

El **Jurado** encargado de evaluar la tesis presentada por don (ña)

SUDARIO SALAZAR RAUL GREGORIO

Cuyo título es:

"EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO SIKACEM IMPERMEABLE EN UN CONCRETO F'C= 280KG/CM2 ELABORADO CON CEMENTO TIPO I, VENTANILLA 2018"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

14 (número) Catorce (letras).

Lugar y fecha. Los Olivos 13/12/18


.....
.....
PRESIDENTE
Mg. Ing. Benítez Zúñiga, José Luis
Omar


.....
SECRETARIO
Mg. Ing. Tello Malpartida,


.....
VOCAL
Mg. Ing. Arriola Moscoso, Cecilia

NOTA: En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

ACTA DE REVISIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN POR EL JURADO

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

Dedicatoria

A Dios por guiar mi camino, a mis padres por los valores, consejos y la motivación que me dieron para desarrollarme y ser una mejor persona, pero en especial por el amor que me brindaron.

Agradecimiento

Brindo un enorme agradecimiento a todas las personas que me apoyaron, ya sea de una u otra manera, para poder finalizar con éxito la presente tesis.

Agradecer a mi madre Teodula Salazar Rosales, por apoyarme cada día en toda la vida universitaria, tanto moral y económico, gracias a ello he logrado cumplir con uno de mis objetivos trazados.

A mi asesora de tesis Ing. Cecilia Arriola Moscoso, por ayudarme en el desarrollo de mi tesis.

A la Universidad Cesar Vallejo, por todo el conocimiento brindado para poder forjarme como un gran profesional.

A todos ellos, infinitas gracias.

Declaración de autenticidad

Yo, Sudario Salazar Raúl, estudiante de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI 46737162, con la tesis titulada evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018.

Declaro bajo juramento que:

- 1) Enteramente la tesis es de mi autoría.
- 2) Se ha tomado en cuenta las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por lo cual, la presente tesis no es plagiada, total ni parcialmente.
- 3) La presente tesis no es autoplagiada; ya que nunca ha sido presentada previamente para obtener algún grado académico o título profesional.
- 4) Los resultados presentados son verídicos, pues no han sido modificados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis servirán como aportes a la realidad investigada.

Por lo tanto asumo mi responsabilidad ante cualquier problema de falsedad, omisión, autoplagio y piratería de los documentos presentados y el contenido de información, en tal sentido me doble a lo dispuesto en las normas de la Universidad Cesar Vallejo.

Los Olivos, 13 de Diciembre del 2018.

Sudario Salazar Raúl Gregorio

DNI 46737162

Presentación

Señores del jurado:

Cumpliendo con las indicaciones vigentes establecidas por el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, someto a vuestro criterio profesional la evaluación del presente trabajo de investigación titulado: “Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018”.

En el 1er capítulo se desarrolla la Introducción que engloba la realidad problemática, antecedentes, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación y objetivos de la presente tesis de investigación.

En el 2do capítulo se explicara la metodología de la investigación, es decir el diseño de la investigación, variable y su operacionalización, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos que se emplearan y a su vez la validez y confiabilidad que la efectuaran los jueces expertos.

En el 3er capítulo se mostraran los resultados obtenidos de las evoluciones que realizara el tesista, para plantear una solución al problema presentado.

En el cuarto capítulo, se presenta la discusión de los resultados llegando a conclusiones objetivas y recomendaciones para las futuras investigaciones. Además, esta investigación es elaborada con el propósito de obtener el título profesional de ingeniería civil.

El autor.

INDICE

Página del Jurado.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Declaracion de autenticidad.....	v
Presentación	vi
I. INTRODUCCIÓN	
1.1. Realidad problemática	2
1.2. Trabajos previos.....	4
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	10
1.4. Formulacion del problema	33
1.5. Justificacion	33
1.6. Hipótesis	34
1.7. Objetivos.....	35
II. METODO	
2.1 Diseño de investigación	37
2.2 Variables, operacionalización	39
2.3 Población y muestras	39
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	41
2.5 Método de análisis de datos	41
2.6 Aspectos éticos	42
III. RESULTADOS	
3.1 Variable independiente	44
3.2 Variable dependiente	45
3.3 Procesamiento de resultados	86
IV. DISCUSION.....	96
V. CONCLUSIONES	101
VI. RECOMENDACIONES	104
VII. REFERENCIAS	106
VIII. ANEXOS.....	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: limites granulométricos para el agregado fino.....	15
Tabla 2: limites granulométricos para el agregado grueso.....	15
Tabla 3: Contenido de aire atrapado en mezcla de concreto normal.....	20
Tabla 4: Medidas de consistencia del concreto.....	21
Tabla 5: Evolución de la resistencia a la compresión.....	27
Tabla 6: Toma de muestra.....	38
Tabla 7: Características del Aditivo Sikacem impermeable.....	41
Tabla 8: Resultados de granulometría del Agregado Fino.....	41
Tabla 9: Módulo de finura del Agregado Fino	42
Tabla 10: Contenido de humedad del Agregado Fino	43
Tabla 11: Peso específico del agregado fino.....	43
Tabla 12: Peso unitario suelto del agregado fino	44
Tabla 13: Peso unitario compactado del agregado fino	44
Tabla 14: Porcentaje del material más fino que pasan la malla # 200.....	44
Tabla 15: Resultados de granulometría del Agregado Fino.....	45
Tabla 16: Módulo de finura del Agregado Grueso.....	46
Tabla 17: Tamaño máximo nominal del A.G.....	46
Tabla 18: Contenido de humedad del Agregado Grueso.....	47
Tabla 19: Peso específico del agregado Grueso.....	47
Tabla 20: Peso unitario suelto del agregado Grueso.....	48
Tabla 21: Peso unitario compactado del agregado Grueso.....	48
Tabla 22: Asentamiento del concreto con cemento portland tipo I.....	50
Tabla 23: Valores porcentuales de asentamiento del concreto.....	51
Tabla 24: Peso Unitario de los diferentes tipos de concreto.....	52
Tabla 25: Ensayo de Resistencia a la Compresión de concreto Patrón.....	54
Tabla 26: Ensayo de Resistencia a la Compresión de concreto con 2% de aditivo	56
Tabla 27: Ensayo de Resistencia a la Compresión de concreto con 3% de aditivo	57
Tabla 28: Resultados finales del ensayo de resistencia a la compresión para los 7 días de curado.....	59
Tabla 29: Valores porcentuales de Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de curado.....	60

Tabla 30: Resultados finales del ensayo de resistencia a la compresión del concreto para los 14 días de curado.....	61
Tabla 31: Valores porcentuales de Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de curado.....	62
Tabla 32: Resultados finales del ensayo de resistencia a la compresión del concreto para los 21 días de curado.....	63
Tabla 33: Valores porcentuales de Resistencia a la compresión del concreto a los 21 días de curado.....	64
Tabla 34: Resultados finales del ensayo de resistencia a la compresión del concreto para los 28 días de curado	65
Tabla 35: Valores porcentuales de Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado.....	66
Tabla 36: Coeficiente de Permeabilidad del concreto Patrón y con adición de aditivo.....	67
Tabla 37: Valores porcentuales del coeficiente de permeabilidad, a los 28 días de curado.....	68
Tabla 38: Datos del Agregado Fino.....	70
Tabla 39: Datos del Agregado Grueso	71
Tabla 40: Esfuerzo promedio requerido a compresión f'_{cr} (kg/cm ²).....	71
Tabla 41: Asentamiento para diferentes estructuras.....	72
Tabla 42: Cuadro de asentamientos para determinadas pulgadas.....	72
Tabla 43: Cuadro de relación agua/cemento por resistencia.....	73
Tabla 44: Cuadro Contenido de A.G con relación al módulo de fineza del A.F...	73
Tabla 45: Cuadro de pesos de materiales por m ³	75
Tabla 46: Volumen por tanda de preparación.....	75
Tabla 47: Pesos de materiales por tanda de preparación para concreto patrón....	76
Tabla 48: Pesos de materiales por tanda de prepa. concreto con 2% de aditivo	76
Tabla 49: Pesos de materiales por tanda de preparación para concreto con 2% de aditivo.....	77
Tabla 50: Resumen de procesamiento de datos de la cantidad de aditivo vs la permeabilidad del concreto.....	78
Tabla 51: Tabla cruzada de la cantidad de aditivo vs la permeabilidad del concreto.....	78

Tabla 52: Resumen de procesamiento de datos de la cantidad de aditivo vs la Resistencia a la compresión.....	80
Tabla 53: Tabla cruzada de la cantidad de aditivo vs la Resistencia a la compresión.....	80
Tabla 54: Resumen de procesamiento de datos de la cantidad de aditivo vs el asentamiento del concreto (Slump).....	81
Tabla 55: Tabla cruzada de la cantidad de aditivo vs el asentamiento del concreto (Slump).....	81
Tabla 56: Prueba del chi–cuadrado: cantidad de aditivo vs la Perm. del concreto	83
Tabla 57: Prueba del chi –cuadrado: cantidad de aditivo vs la Resistencia a la compresión del concreto.....	84
Tabla 58: Prueba del chi –cuadrado: cantidad de aditivo vs el Asentamiento del concreto (Slump).....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Columna afectada por la carbonatación del acero.....	2
Figura 2: Permeámetro de carga variable según ACI-522R.....	24
Figura 3: Curva Granulométrica del agregado fino.....	42
Figura 4: Curva Granulométrica del agregado Grueso.....	46
Figura 5: Ensayo de Asentamiento o Slump.....	49
Figura 6: Determinación del Asentamiento o Slump.....	49
Figura 7: Asentamiento del concreto patrón y con adición de aditivo Sikacem impermeable.....	50
Figura 8: Variación porcentual del Asentamiento del concreto patrón y con adición de aditivo.....	51
Figura 9: Peso Unitario de concreto patrón y con adición de aditivo Sikacem impermeable.....	53
Figura 10: Variación porcentual del Peso Unitario del concreto patrón y con adición de aditivo.....	53
Figura 11: Resistencia a la compresión del concreto patrón en cada periodo de curado.....	55
Figura 12: Resistencia a la compresión del concreto con 2% de aditivo en cada periodo de curado.....	57
Figura 13: Resistencia a la compresión del concreto con 3% de aditivo en cada periodo de curado.....	58
Figura 14: Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de curado.....	59
Figura 15: Valores porcentuales de la resistencia a la compresión a los 7 días de curado.....	60
Figura 16: Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de curado.....	61
Figura 17: Valores porcentuales de la resistencia a la compresión a los 14 días de curado.....	62
Figura 18: Resistencia a la compresión del concreto a los 21 días de curado.....	63
Figura 19: Valores porcentuales de la resistencia a la compresión a los 21 días de curado.....	64
Figura 20: Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado....	65
Figura 21: Valores porcentuales de la resistencia a la compresión a los 28 días de curado.....	66

Figura 22: Resumen general de la Resistencia a la compresión del concreto.	67
Figura 23: Comparación de coeficiente de permeabilidad del concreto con diferentes porcentaje de Aditivo.....	68
Figura 24: Comparación Porcentual del coeficiente de permeabilidad del concreto con diferentes porcentaje de Aditivo.....	69
Figura 25: Porcentaje de aditivo vs la permeabilidad del concreto.....	79
Figura 26: Porcentaje de aditivo vs la Resistencia a la compresión del concreto...	80
Figura 27: Porcentaje de aditivo vs el asentamiento del concreto (Slump).....	82

Resumen

La presente tesis tiene como título “Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018”, la cual cuenta con un objetivo principal que es evaluar la influencia en la incorporación del aditivo sikacem impermeable en las propiedades del concreto como resistencia a la compresión y permeabilidad, utilizando agregados de la cantera Trapiche, cemento Sol tipo I y el aditivo sikacem impermeable de densidad 1.02 kg/l .

En la investigación se empleó el método de análisis de datos, donde el tipo de investigación es Aplicada – cuasi experimental - explicativa; donde el primer paso fue obtener los materiales de la cantera, luego realizar los diferentes ensayos físicos para determinar sus propiedades físicas, seguidamente realizar las probetas patrón y con adición de 2% y 3% con respecto al peso del cemento. Para cada porcentaje de aditivo se tuvieron 12 probetas, estas se evalúan en edades de curado de 7, 14, 21 y 28 días, para ensayo de resistencia a la compresión, ya que para la permeabilidad se ensayaron a los 28 días.

Con respecto a los resultados obtenidos en laboratorio, una vez obtenida dicha información se precedió a los cálculos para determinar el coeficiente de permeabilidad del concreto en cada tipo de concreto, la resistencia a la compresión promedio, los asentamientos promedio, peso unitario, dichos resultados se interpretaron por medio de gráficos y figuras.

Por otro lado, apoyándonos en los antecedentes de la investigación se discutió los resultados obtenidos con los resultados planteados por los autores de los antecedentes, verificando si existen similitudes que afirmen o refuten los resultados planteado por la presente tesis.

Finalmente, se obtuvo conclusiones y recomendaciones, siendo la conclusión general, que la adición del aditivo Sikacem impermeable en un concreto diseñado para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ influye de manera positiva en las propiedades del concreto, tanto en estado fresco como en estado endurecido, ya que la adición de 2% y 3 % influyeron propiedades como: asentamiento (slump), peso unitario, fraguado, trabajabilidad, resistencia a la compresión, permeabilidad del concreto. Todas estas propiedades mencionadas aumentaron o disminuyeron según se ha el caso.

Palabras claves: permeabilidad, concreto, aditivo, asentamiento.

Abstract

This thesis has the title "Evaluation of the incorporation of the sikacem waterproof additive in a concrete $f'c = 280\text{kg} / \text{cm}^2$ made with cement type I, Ventanilla 2018", which has a main objective that is to evaluate the influence on the incorporation of the sikacem waterproofing additive in the properties of concrete such as compressive strength and permeability, using aggregates from the Trapiche quarry, Sol type I cement and Sikacem waterproofing additive with density $1.02 \text{ kg} / \text{l}$.

In the research, the method of data analysis was used, where the type of research is Applied - quasi-experimental - explanatory; where the first step was to obtain the materials from the quarry, then perform the different physical tests to determine their physical properties, then perform the standard samples and with addition of 2% and 3% with respect to the weight of the cement. For each additive percentage, 12 test tubes were taken, these are evaluated in curing ages of 7, 14, 21 and 28 days, for compression resistance test, since for permeability they were tested after 28 days.

With respect to the results obtained in the laboratory, once this information was obtained, the calculations were preceded to determine the coefficient of permeability of the concrete in each type of concrete, the resistance to the average compression, the average settlements, unit weight, said results interpreted by means of graphics and figures.

On the other hand, based on the antecedents of the research, the results obtained were discussed with the results presented by the authors of the background, verifying if there are similarities that affirm or refute the results proposed by this thesis.

Finally, conclusions and recommendations were obtained, the general conclusion being that the addition of the impermeable Sikacem additive in a concrete designed for $f'c = 280\text{kg} / \text{cm}^2$ positively influences the properties of the concrete, both in its fresh state and in its hardened state. , since the addition of 2% and 3% influenced properties such as: slump, unit weight, setting, workability, resistance to compression, permeability of concrete. All these mentioned properties increased or decreased as the case may be.

Keywords: mechanical properties, concrete, additive, chemical composition

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En general, el concreto armado sufre distintos daños, causados por diversos agentes entre ellos tenemos físicos, biológicos, químicos y ambientales. Por lo cual se producen patologías en el concreto algunas de ellas son: fisuras, eflorescencia, grietas, corrosión, etc. El concreto cumple un papel muy importante en las construcciones, en especial el concreto armado ya que contiene el acero que conjuntamente con el concreto brindan a las estructuras el poder soportar esfuerzo de tensión que pueden ocurrir, pero si en el acero de refuerzo se produjera la corrosión, esto producirá la pérdida de adherencia entre el acero y el concreto, generándose una disminución en la estabilidad de la estructura, pues se reduce la capacidad de resistencia.

Uno de los agentes que produce la corrosión del acero es la humedad, que se encuentra en el ambiente o en el suelo, ya que produce la famosa corrosión por carbonatación, pues al unirse la humedad con los gases contaminantes de la atmosfera, se genera un efecto muy perjudicial para el concreto, por ejemplo el CO₂ al unirse con la humedad (agua), produce una reacción química, que al ingresar al concreto produce que el hidróxido de calcio que contiene el cemento se convierta en carbonato, disminuyendo así el pH del concreto, consecuentemente se genera la corrosión por carbonatación.

Por lo cual el uso de aditivos en el Perú en la última década se ha venido incrementando, ya que un concreto con aditivos muestra mejoras en algunas características en comparación con un concreto convencional. Existen en la actualidad aditivos retardadores de fragua, plastificantes, incorporadores de aire, impermeabilizantes, etc., todos ellos con el fin de mejorar las propiedades del concreto ya sea en estado fresco o endurecido. La incorporación de aditivos al concreto mejora algunas de sus propiedades, tales como trabajabilidad, asentamiento, exudación, resistencia, etc. Por lo cual debido a la alta variedad de usos que se da al concreto es que aparece la necesidad de usar nuevos productos, los cuales mejoren sus características, para obtener un conocimiento de modo de empleo y de los resultados que se obtienen.

Por otro lado, el aditivo impermeabilizante se usa con el objetivo de fabricar un concreto que disminuya su permeabilidad con el fin de impedir el paso de la humedad convertida en agua al interior del mismo y así evitar el fenómeno de la corrosión, además

se prevé según fichas técnicas tener concretos más resistentes, mayor durabilidad, aplicación fácil, etc.

En los últimos años la ciudad de Ventanilla viene en un auge de construcción de viviendas y edificios, las cuales sufren grandes impactos ambientales por encontrarse ubicados cerca al litoral, problemas como la corrosión de acero, asentamiento de viviendas, la efluencia en muros de las viviendas, son algunos de los problemas más comunes. Con respecto a la problemática se tiene la necesidad de evitar el ingreso de la humedad al concreto en construcciones como: viviendas, centros comerciales, industrias, hospitales etc., ya que el ingreso de la humedad u otro agente es perjudicial para la estructura de concreto. Con respecto a lo mencionado, Sika plantea que

La penetración de agua al interior del concreto produce riesgos en referencia a su durabilidad y funcionamiento de la estructura, así la estructura no haya sido concebida para la contención de algún líquido. [...] por lo cual para la mayor parte de las aplicaciones en construcción de concreto reforzado, la penetración del agua es calificada como un problema que puede generar una falla en el funcionamiento de la estructura. (2014, p.9).

Por lo cual se necesita investigar nuevos productos que sean más efectivos y que cumplan esta función de impermeabilización para así brindar una solución a las patologías que se producen en el concreto.

Por todo lo planteado anteriormente se presenta esta investigación titulada “Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018, con el fin de determinar el comportamiento que brinda la incorporación de dicho aditivo en concreto y verificar las mejoras de las propiedades del concreto en los dos estados.



Figura 1. Columna afectada por la carbonatación. Fuente: elaboración propia, 2018

1.2. Trabajos Previos

Con relación a los estudios previos, se presentan algunos hallazgos relevantes y estos son:

1.2.1 Internacionales

Limón (2016), la investigación se titula “Estudio sobre tecnologías aplicadas a las mezclas de concreto hidráulico para reducir su permeabilidad al agua e incrementar su durabilidad”. Tesis para optar el título de Maestro en Ingeniería Civil, en la Universidad Autónoma de México. La justificación de la tesis es la necesidad de entender y proponer, técnicas que nos ayuden a obtener un concreto de baja permeabilidad y más durable, así como métodos que ayuden a determinar la permeabilidad del concreto, tanto a nivel superficial como a escalas micrométricas. El objetivo del antecedente es utilizar 3 tipos de aditivos reductores de impermeabilidad para luego evaluar el desempeño de cada aditivo realizando mezclas de concreto y comparar los resultados con concretos que contienen adiciones minerales (humo de sílice), para poder establecer el comportamiento y diseño de un concreto de baja permeabilidad. En la mencionada investigación se empleó el método descriptivo. El nivel de investigación fue cualitativo, su diseño fue no experimental y de corte transversal. Plantea el autor la conclusión siguiente: Los resultados tanto de resistencia a compresión como a tensión indirecta son bastante uniformes, ya sea para los concretos con ARP como para los que incluyen humo de sílice; se logra un incremento promedio del 5% en comparación con el concreto testigo en cualquier edad de ensayo. Por otro lado también se menciona que de acuerdo con los resultados y las dosificaciones manejadas, el aditivo reductor de la permeabilidad KIM de Kryton (8 kg/m³) presentó un mejor desempeño y tendencia en comparación con los otros aditivos reductores de la permeabilidad utilizados en este estudio. La investigación mencionada sirvió para conocer las tecnologías que se aplican para reducir la permeabilidad de un concreto, luego apoyarnos de esta información para desarrollar la presente tesis.

Rodríguez (2015), la investigación esta titulada como “Eficiencia de aditivos impermeabilizantes por cristalización para el hormigón en Guayaquil”. Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil, en la Universidad Espíritu Santo de Guayaquil. La mencionada investigación tiene por objetivo principal el comparar la eficiencia del uso de aditivos impermeabilizantes vs el uso de métodos tradicionales de impermeabilización. El nivel de

investigación fue cualitativo, diseño experimental. La población será todos los bloques utilizados para las pruebas de absorción y tiempos de cristalización, cada bloque tendrá una cantidad y porcentaje del aditivo prueba, mientras la muestra serán los bloques donde se aplica los aditivos y métodos impermeabilización externos utilizados para solucionar los problemas de filtraciones. Se prepararon 7 muestras de un hormigón simple tomando uno de patrón, 6 de recubrimientos impermeables externos y 3 incorporando el aditivo por cristalización en pequeños moldes plásticos donde determinaremos las ventajas y desventajas de estos productos. Se plantea por el autor la siguiente conclusión: Al realizar el estudio comparativo de los métodos para la impermeabilización. Se llegara a una idea clara de cuál es el más idóneo a emplear para reducir de filtraciones, o el más adecuado entre los tradicionales y el propuesto por cristalización, por tal razón se deberá exponer claramente, tomando en cuenta el análisis cuantitativo y mediante las pruebas de laboratorio realizadas para este proyecto, todas sus ventajas y desventajas por más irrelevantes que parezcan, para de esta manera tomar un decisión, al momento de elegir el método que más nos convenga. La mencionada investigación sirvió para conocer los diferentes aditivos que se usan en el sector de la construcción, en especial el aditivo impermeabilizante pues se enfocan más en esta, por lo que aportar información para las teorías relacionadas al tema de la presente investigación.

Oquendo (2015), el autor titulo la investigación “Evaluación y elección de Aditivos Impermeabilizantes para concreto con resistencia de 450kgf/cm²”. Tesis para lograr el título de Ingeniero en Materiales, en la Universidad Simón Bolívar de Venezuela. La mencionada investigación tiene por objetivo principal estudiar el efecto impermeabilizante de los productos S1, SL, PA y X130 para un diseño de mezcla de 450 kgf/cm² con asentamiento nulo. Por otro lado tiene por objetivos específicos: Caracterizar la materia prima utilizada en la planta de anillos Tejerías para la realización del diseño de mezclas, evaluar los efectos de los aditivos utilizados en el contenido de porosidad permeable, comparar la resistencia a la compresión con la incorporación de los distintos aditivos y clasificarlos en función de este criterio. Se plantea por el autor entre otras la siguiente conclusión: La comparación de los diversos aditivos impermeabilizantes facilito descartar rápidamente el aditivo SL, por la formación de espuma y los subsecuentes problemas de dosificación y heterogeneidad. El aditivo PA (polvoriento) presento irregularidades en la resistencia a la compresión que se presumen por el método de dispersión en el volumen de concreto durante su elaboración. La mencionada investigación sirvió para conocer los

efectos de algunos aditivos impermeabilizantes en su incorporación en concretos de alta resistencia, por lo que aporta información verídica el cual será guía para el desarrollo de la presente investigación.

Benavides (2014), la investigación se titula “Concreto de Alto Desempeño”. Tesis para optar por el título de Magister en Ingeniería Civil, en la Escuela Colombiana de Ingeniería. La mencionada investigación tiene por objetivo principal incentivar la producción industrial para su masificación, con los respectivos controles de uso en obra, logística de colocación de concretos de alto desempeño a través de un riguroso control de calidad, soportado por las normas nacionales e internacionales actuales y por los controles empíricos y experimentales que se requieran. Además posee un objetivo específico el cual es estudiar y caracterizar concretos de alto desempeño con un enfoque práctico a la durabilidad, sostenibilidad y controles de calidad que permitan a la industria colombiana promover su utilización y masificación. La investigación presentada en este documento de tesis se justifica, ya que se buscó incentivar la producción industrial y el uso de concretos de alto desempeño en Colombia, por medio de la identificación de características de las mezclas de concreto que determinan el incremento de ventajas y cualidades de durabilidad y vida útil de las obras civiles. Se plantea por el autor la siguiente conclusión: Para dar solución a las actuales problemáticas que las obras requieren, se deberá implementar el concreto de alto desempeño en Colombia, pues es un concreto de considerable eficiencia que facilita su colocación, compactación, minimiza su segregación y favorece su trabajabilidad en obra. Este concreto tendrá materiales con propiedades que vayan más allá de su resistencia, con características a largo plazo, ductilidad, estabilidad y una gran durabilidad en condiciones ambientales extremas. Este antecedente fue muy importante para la parte de muestra de la presente tesis, ya que brinda una idea clara cómo será la muestra y como se realizara el proceso de toma de datos.

1.2.2 Nacionales

Fernández (2017), la investigación esta titulada como “Evaluación del diseño del concreto elaborado con cemento portland tipo I incorporando el aditivo sikament-290N, en la ciudad de Lima – 2017”. Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil, en la Universidad Cesar Vallejo del Perú. La investigación posee el objetivo principal de conocer la influencia del aditivo sikament-290N en la elaboración de concretos con

cemento portland tipo I. Este antecedente es del tipo aplicada, su diseño de investigación es experimental. La población está constituida por los diferentes ensayos de laboratorio que se pueden realizar al concreto, tanto en estado fresco como en endurecido. Con respecto a la muestra está constituido por 6 ensayos de laboratorio, cada uno de los ensayos están planteados en referencia a los objetivos de la investigación. Dichos ensayos son: ensayo de resistencia a la compresión, slump o asentamiento, ensayo de exudación del concreto, ensayo de tiempo de fraguado, ensayo del peso unitario del concreto, ensayo de contenido de aire y ensayo de resistencia a la flexión. Además el tipo de diseño de investigación presente en este antecedente es de tipo aplicada pues se resolverá distintos problemas latentes. Será de nivel aplicativo, porque se generará un problema y se resolverá de manera técnica y aplicada tomando en cuenta el método analítico y práctico. Para la tesis planteada el diseño de investigación es experimental, ya que se modificará o manipulara la variable independiente. El autor formula la siguiente conclusión: En referencia con la resistencia a la compresión en el concreto, la incorporación del aditivo generar un aumento en dicha propiedad, sin modificar la cantidad de agua que se utilizara, por lo cual se logra un aumento de 15.9 % a los 28 días. Pero, a tempranas edades (3 días) la resistencia es menor en 11.0% con una adición de 0.4% de aditivo. Teniendo el asentamiento constante, obtenemos un aumento en la resistencia de 44.3% en un tiempo de 28 días y teniendo al aditivo en su mayor dosis. La investigación mencionada sirvió para recabar información que nutra las teorías relacionadas al tema de la presente investigación.

Bustamante (2017), la investigación se titula “Estudio de la correlación entre la relación agua/cemento y la permeabilidad al agua de concretos usuales en Perú”. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, en la Pontificia Universidad la Católica del Perú. La tesis tiene un objetivo que radica en evaluar la correlación entre la relación agua/cemento y la permeabilidad del concreto con respecto al agua en el Perú. Por lo cual se realizara el diseño para mezclas con relación de agua/cemento de 0.45, 0.5, 0.6 y 0.7, elaborado con cemento tipo I y un aditivo plastificante, pues estas relaciones a/c son adecuadas para generar concretos de alta resistencia con estructuras donde es necesario concretos de baja permeabilidad. No se evaluaran concreto comerciales, es decir concretos con resistencias de 210 y 175 kg/cm², pues estos concretos poseen alta permeabilidad y no se adecuan a las relaciones a/c evaluadas y además generan una mayor variabilidad en los resultados de permeabilidad. Se realizara el ensayo a especímenes mediante el método de permeabilidad normalizado EN 12390-8:2000 Norma europea. El tipo de investigación fue

experimental, el autor formula la siguiente conclusión: el coeficiente de permeabilidad y la relación agua/cemento poseen una relación directa, que varía de forma exponencial. El mencionado antecedente, nos brinda información con respecto a la relación que guardan la permeabilidad y la relación agua/cemento y así saber si es la forma adecuada de elaborar un concreto de baja permeabilidad, pues en la presente tesis se busca producir un concreto de baja permeabilidad.

Leiva y Palomino (2016), la investigación se titula como “Evaluación comparativa de la permeabilidad, resistencia a la compresión del concreto poroso producido con cemento IP y agregado de 1/2", 3/8" y 1/4" de las canteras de Machupicchu, Abril y Huillque”. Tesis para lograr el título de ingeniero civil, en la Universidad Andina del Cuzco. La investigación posee un objetivo general, el cual es evaluar en forma comparativa la permeabilidad, resistencia a la compresión del concreto poroso utilizando un cemento IP y agregado de 1/2", 3/8" y 1/4" provenientes de las canteras Machupicchu, Abril y Huillque. Además esta será de tipo cuantitativa. El nivel de investigación fue descriptivo relacional diseño experimental y corte transversal. En esta investigación la población estaba conformada por todas las briquetas de concreto poroso fabricadas con los agregados que provenían de las canteras de Machupicchu, Abril y Huillque. Con referencia a la muestra, está constituida por 270 briquetas cilíndricas de concreto poroso, elaboradas con un homogéneo agregado grueso; que poseen dimensiones de 20 cm en altura y 10 cm de diámetro, este agregado tendrá una homogénea granulometría de 1/2", 3/8" y 1/4"; en edades de curado de 7, 14 y 28 días, su elaboración se basó en el método ACI 211,2-98 el cual está referido a diseño de mezclas. Además el autor formula la siguiente conclusión: Se llegó a aceptar la Hipótesis-General, puesto que al comparar los resultados con respecto a su resistencia a la compresión, la permeabilidad del concreto utilizando un cemento IP e incorporando agregado de 1/2", 3/8" y 1/4" de procedencia de cantera Machupicchu son mayores que los de la cantera Abril. Este antecedente principalmente nos muestra el comportamiento de los agregados en los diferentes concretos, para tener en cuenta al momento de diseñar nuestro concreto para la presente investigación.

Garay y Quispe (2016), la investigación se titula como “Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en Lima y evaluación de alternativa de mejora mediante la utilización de Aditivo Super-plastificante”. Tesis para adquirir el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Católica del Perú. La investigación tiene

por objetivo principal generar una alternativa de solución que contribuya con la mejora de la propiedad de resistencia a la compresión en los concretos confeccionados en obras no supervisadas o de autoconstrucción, por medio del uso o incorporación de aditivos superplastificante. Se justifica, ya que propone una alternativa de solución el cual produce la disminución de los riesgos que pueden generar la autoconstrucción en las obras, pues la gran mayoría se trata de viviendas vulnerables al momento de fenómenos telúricos que sean de gran intensidad. Por lo cual se ve en la necesidad de estudiar la incorporación de los aditivos, los cuales pueden modificar las propiedades del concreto generando mejoras en las propiedades del concreto. El nivel de investigación fue cualitativo, diseño experimental y corte transversal. El autor formula entre otras la siguiente conclusión: En los conos de lima se elaboran concretos que llevan consigo problemas de control de calidad, ya que los resultados de la investigación lo han confirmado, en estos se muestra la calidad de los concretos que se ubican por debajo de los parámetros que exige las normas actuales, esto debido a que existen inadecuadas prácticas de procedimiento y fabricación del concreto hecho en las obras. El antecedente mencionado sirvió para obtener información que nutra las teorías relacionadas al tema de la presente investigación, además mostrando cuales son las falencias al momento de elaborar un concreto en obra.

Choque y Ccana (2016), la investigación se titula “Evaluación de la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto poroso fabricado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, incorporando aditivo súper plastificante con densidad 1.21 kg/l para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”. Tesis para lograr el título de Ingeniero Civil, en la Universidad Andina del Cuzco. La presente investigación será del tipo cuantitativa. El nivel de investigación fue descriptivo, tendrá un diseño experimental. La población de la investigación está compuesta por el número de 126 briquetas para ensayos de resistencia a la compresión y 18 para el ensayo de permeabilidad, estas probetas serán elaboradas con agregado proveniente de las canteras de Vicho y Zurite, y se incorporará ciertos porcentajes de aditivos en peso al concreto. La muestra para esta investigación estará conformado por las briquetas que serán ensayadas para la resistencia a compresión estarán compuestas por los siguientes porcentajes de aditivos súper plastificantes, 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, que en total será 126 testigos. En referencia a las muestras para el ensayo de permeabilidad, estarán constituidas por los siguientes porcentajes de aditivos: 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%. Además el autor formula la siguiente conclusión: se elaboró un concreto poroso de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, adicionando agregado de las canteras Vicho y Zurite, además con la

incorporación del aditivo superplastificante de una densidad de 1.2 kg/l, se logró una resistencia para el cual fue diseñado, logrando así un $f'c=213.90 \text{ kg/cm}^2$, además una permeabilidad de 0.650 cm/seg en promedio, este se ubicado en el rango que establece la norma ACI-522R, por lo cual se confirma la hipótesis general. La presente tesis sirvió para tener aspectos importantes que se deben tener en consideración en el caso de las técnicas y herramientas de recolección. Además de brindar información sobre la incorporación de un aditivo en un determinado concreto mostrando sus efectos, que será de gran ayuda para el proceso de incorporación del aditivo sikacem impermeable en el concreto de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ de la tesis en desarrollo.

1.3. Teorías Relacionadas al Tema

1.3.1 El Concreto

El concreto es un material muy empleado en el sector de la construcción, material determinante en todo tipo de construcción, existen básicamente tres tipos de concreto el ciclópeo, simple y el concreto armado, cada una es específicamente usado en determinadas estructuras, pero que tienen similitud en su definición. Como lo plantea Sánchez:

En forma general, el concreto u hormigón se puede definir como una mezcla de material aglomerante (Cemento Portland Hidráulico), más un material de relleno (agregados o áridos), agua y si fuese necesario los aditivos, que luego de fraguar forma un todo compacto (piedra artificial) y después de un tiempo de curado, tiene la capacidad de soportar grandes esfuerzos de compresión. (2001, p. 19).

Por lo planteado, se infiere que un concreto será la mezcla de un aglomerante o aglutinante, agregados, agua y aditivos si fuese el caso. Pero lo que provoca el ligamiento entre los elementos es el cemento quien actúa como aglomerante, al actuar químicamente con el agua, por lo cual el valor de relación de agua/cemento es muy importante al momento del diseño de los concretos ya se ha en obra o en una fábrica concretera.

1.3.2 Componentes del Concreto

El concreto es una combinación heterogénea semilíquida de cemento portland, agregado grueso, agregado fino, agua y aditivos. Esta mezcla luego de pasar por un proceso de hidratación fragua para después convertirse en un material muy durable que resulta capaz de soportar temperaturas extremas en invierno y verano, además no requiere mucho

mantenimiento a comparación de otros materiales como el acero o la madera, por lo tanto resulta un material durable en el tiempo, también denominado material noble.

1.3.2.1 Cemento

Es el material principal en la mezcla de concreto, ya que es un conglomerante que está constituido por piedra caliza y arcilla calcinada que luego serán molidas, esta mezcla posee la propiedad de reaccionar con el agua. Al respecto SENCICO, plantea que: “el cemento es un material pulverizado, el cual tiene la propiedad de aglomerar, cuando se pone en contacto con cierta cantidad de agua (dosificación), se genera una pasta aglomerante capaz de endurecer, ya sea debajo del agua, en contacto con el aire y lograr formar compuestos estables” (2014, p. 9).

En el campo de la construcción se necesitan distintos tipos de concreto para distintos requerimientos, por lo cual se necesitan variedad de cementos en el mercado. Al respecto Neville (1999, p. 45) afirma que: “será posible, escoger diferentes materias o sustancias para la fabricación de diferentes tipos de cementos, en referencia a las propiedades que se requieran. Así mismo, distintos tipos de cementos Portland están disponibles en el mercado, pero también se pueden elaborar cementos para determinados usos”.

Para garantizar en el concreto su durabilidad, cuando este se encuentre en distintas condiciones se han elaborado y desarrollado diferentes cementos. Sin embargo, hasta la actualidad no se ha encontrado en la composición del cemento una solución a la problemática de la durabilidad del concreto.

1.3.2.2 Tipos de Cemento

Con respecto a los tipos de cemento que se utilizan en el campo de la construcción, según SENCICO (2016, p.10) plantea:

- Tipo I: es el cemento de uso general, empleado para cualquier obra donde se utilice el concreto
- Tipo II: este cemento posee una moderada resistencia a los sulfatos y mediano calor de hidratación

- Tipo III: este cemento muestra enorme resistencia inicial, se utiliza cuando necesitas grandes resistencias iniciales, pero originando un elevado calor de hidratación.
- Tipo IV: este se emplea cuando necesitamos en la mezcla un bajo calor de hidratación, para minimizar las dilataciones en todo el fraguado.
- Tipo V: este se utiliza en obras que exista un gran contacto con los sulfatos, es decir una alta resistencia a los sulfatos.

En la actualidad existen otros tipos de cemento adicional a los que se plantearon anteriormente, estos cementos son variaciones pues contienen elementos adicionales, pero manteniendo su composición básica. Estos cementos se utilizarán en determinada función, pues como sabemos en el sector de la construcción nos encontraremos con distintos escenarios, ya se ha de ataque de sulfatos, humedad, sales, ciclos de deshielo y congelamiento, etc.

1.3.2.3 Agregados

Agregado fino

Para ser considerado un agregado adecuado para el concreto, este debe satisfacer determinados requisitos en su granulometría, según la NTP 400.037, donde se indica que:

Con respecto a la granulometría esta deberá ser continua, en otras palabras que en los tamices el total de retenidos de agregados deberá ser casi iguales, además no deberá ser retenido más del 45% en dos mallas consecutivas. De acuerdo al módulo de fineza, se calcula que el agregado fino debe ser mayor que 2.3, pero menor a 3.1, ello genera concretos de una adecuada manejabilidad y menor segregación. (2014, p.8).

En síntesis el agregado fino debe cumplir con algunos requisitos de granulometría, para ser adecuado para la elaboración de concretos. Además existen rangos con respecto al módulo de fineza, donde se muestra que dependiendo de la ubicación en dichos parámetros el agregado es adecuado para generar concretos con determinadas propiedades. Por otro lado se considera un agregado fino cuando pasa por el tamiz de 3/8" pero queda retenido en la malla N°200.

Agregado grueso

“Para considerarse como agregado grueso, éste es retenido en el tamiz N° 4, lo pueden conformar grava, piedra chancada, concreto reciclado, o la combinación de ellos, conforme a los requisitos de esta norma. Este agregado está constituido por partículas angulares o semiangulares, limpias, compactas y preferiblemente rugosas” (NTP 400.37, 2017, p.12).

En general un agregado grueso es considerado como tal si este es retenido en el tamiz N° 4, un aspecto muy importante a tener en cuenta al momento de realizar la granulometría en los agregados.

Módulo de finura (NTP 400.012)

En referencia al módulo de finura la NTP 400.012, plantea que:

Para representar el módulo de finura se tiene un número adimensional, el cual representa el promedio de los tamaños de las partículas de los agregados, este sirve para verificar la uniformidad de dichos materiales. El módulo de finura se genera por medio de la suma de los porcentajes retenidos acumulados en los tamices 1 ½, ¾, 3/8, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 dividido entre 100. (2013, p.9).

Este análisis es esencial, ya que sirve para verificar la uniformidad de los agregados, se calcula al sumar los porcentajes de los retenidos en los diferentes tamices planteados en la formula y para calcular el M.F. se emplea la siguiente formula:

$$Mf = \frac{\sum \%_{Acum.Ret} (1\ 1/2 + 3/4 + \frac{3}{8} + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

Peso unitario (NTP 400 017)

Se le conoce como peso unitario del agregado o peso volumétrico, independientemente si se presenta compactado o suelto, es decir el peso que se alcanza con un determinado volumen unitario. Normalmente, será expresado en kilos /metro cúbico del material. Se solicita este valor en caso se tenga agregados ligeros o pesados y en el caso que se dosifique concreto por volumen.

El cálculo del peso unitario se determina dividiendo el peso de las partículas entre el volumen total, incluyendo los vacíos. El proceso para su obtención esta normado por NTP 400.017 y ASTM C29.

Con respecto por lo planteado previamente, se sintetiza que el peso unitario de los agregados será solicitado al momento de realizar un determinado diseño de concreto, este peso unitario estará expresado en kg/m³. Además existen dos tipos de pesos unitarios en función de su conformación.

Por lo tanto existen dos tipos de pesos unitarios:

Peso Unitario Suelto (P.U.S)

En referencia al peso unitario suelto, Gutiérrez plantea:

El peso unitario suelto, será la relación que guarde el peso del agregado suelto, es decir en un estado normal de reposo y el volumen que este ocupa. Si comparamos el peso unitario suelto y el peso unitario compactado, el primero es menor que el segundo, ya que el material en estado suelto ocupara un volumen mayor. (2003, p. 23).

Este peso sirve para la conversión de cantidad de peso en volumen. Además en los ensayos para el peso unitario suelto, el material se llena en el recipiente muy suavemente.

$$P.U.S = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

Peso Unitario Compactado (P.U.C)

“Resulta de la división del peso compactado entre el volumen que este ocupa. El valor de la masa unitaria compactada se emplea para conocer el volumen absoluto de agregado grueso en las mezclas de concreto” (Gutiérrez, 2003, p. 23).

Este valor sirve no tan solo para verificar el grado de compactación de los agregados, sino también para el cálculo del porcentaje de vacíos que existe en los mismos. Para lo cual se empleara la fórmula planteada:

$$P.U.C = \frac{\text{Peso del material compactado}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

Peso específico (NTP 400.022)

Según la NTP 400.022 (2013, p. 10), indica que: “el peso específico es la relación que hay entre su peso y el peso de un volumen igual de agua, este se emplea en los cálculos para el control y diseño de mezclas”

De acuerdo a lo planteado, el peso específico de los agregados sirve como indicador de calidad de una mezcla, siendo los de mayor peso específico los que poseen mejor comportamiento y por el contrario los de menor valor resultan agregados muy débiles y con gran absorción.

Porcentaje de absorción

“La Porosidad, la permeabilidad al agua y la capacidad de absorción del agregado ayudan en la capacidad de adherencia con la pasta de cemento, también en la resistencia del concreto a fenómenos de congelamiento y deshielo, en la estabilidad química, en la resistencia a la abrasión y en el peso específico” (Neville, 1999, p. 89).

Por otro lado Rivva, afirma que:

La absorción es el contenido de humedad total interna de un agregado, el cual está en una condición de saturado superficialmente seco. Esta propiedad se determina al generarse un aumento en el peso de una muestra secada al horno, después de 24 horas de estar inmerso en agua y luego de secado superficial, se puede decir que es la condición que obtiene el agregado en el interior de una mezcla de concreto. Se define a la absorción efectiva como el volumen de agua que produce que el agregado pase estado secado al aire, o semi seco, a un estado de saturado superficialmente seco. (2000, p.158).

El porcentaje de absorción de los agregados, se genera a partir de someter a los materiales a modificaciones de saturación y secado, para luego por diferencia de masas finales, se logre obtener dicho porcentaje.

Contenido de humedad

Según Rivva, el contenido de humedad: “Es la cantidad de agua que tiene el agregado su estado natural, se debe tener en cuenta ya que puede variar la relación a/c del diseño de mezcla y consecuentemente provocar una influencia en la resistencia y su trabajabilidad del concreto (2000, p.159).

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{(\text{Peso humedo} - \text{peso seco})}{\text{Peso seco}} * 100$$

Según lo planteado por el anterior autor, se discierne que este valor es muy importante, ya que es uno de los factores que influye en la resistencia del concreto, por lo cual es muy necesario contemplarlo al momento de diseñar una mezcla. Sin embargo al momento de analizar el agregado se debe verificar la cantidad de humedad (agua), para poder descontar en el cálculo de la humedad necesaria en el concreto.

Tamaño máximo

Con respecto al tamaño máximo Gutiérrez (2003, p. 23), plantea que: “se entiende que es menor abertura del tamiz que admite el paso de la totalidad de la muestra, por lo cual se deduce que se trata de dimensión de la partícula más grande que existe en la muestra”.

Según (NTP 400.037, 2014, p. 6), “el tamaño máximo del agregado es el menor tamiz por el que pasa el 100% de la muestra”.

En resumen para elaborar concretos con una adecuada resistencia, debemos controlar los tamaños de los agregados ya que son uno de los requisitos para lograr obtener concretos con resistencias planificadas. Por lo cual se infiere que a menor tamaño de agregados tenemos mejores concretos, pero no necesariamente muy pequeños sino un parámetro de tamaño establecido.

Tamaño máximo nominal

El tamaño máximo nominal según (NTP 400.037, 2014, p. 6) “Corresponderá al menor tamiz de la serie utilizada, donde se da primer retenido”

En componentes de espesores menores se puede minimizar el tamaño del agregado grueso, pero siempre que se conserve el grado de trabajabilidad adecuada, un buen asentamiento y se logre la resistencia diseñada.

Granulometría

Seda cuando se distribuyen por tamaños las partículas del agregado. Esto se logra por medio del tamizado del material con procedimiento mecánico, utilizando tamices de ciertas aberturas cuadradas, al respecto Gutiérrez, afirma:

La granulometría de los agregados, se trata del tamaño de las partículas y al porcentaje o distribución de estas en una muestra de dichos agregados. Su cálculo se realiza mediante el análisis granulométrico que consiste en introducir una cierta cantidad del agregado en una serie de tamices standard, colocados de mayor a menor. En caso de la serie de tamices que se usa para los agregados del concreto se han escogido de tal forma que la abertura del tamiz esté en relación de 1 a 2 con la abertura del próximo tamiz. (2003, p.18).

Generalmente la granulometría del agregado fino, se muestra en términos de porcentajes retenidos en los tamices ASTM N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y N° 200. Para obtener el tamaño máximo del agregado grueso se realizara un análisis por tamices, y frecuentemente se acepta al que corresponde al tamiz inmediatamente superior, en donde quede 15% o más del acumulado retenido del material.

Se puede inferir que el objetivo del ensayo es la clasificación de los distintos tamaños del agregado para luego verificar la heterogeneidad del mismo. Se considera que un agregado está bien graduado cuando tenga una heterogeneidad óptima y posea propiedades que brinden calidad al concreto. En base a las especificaciones técnicas de análisis granulométrico de los agregados, los resultados de la gradación deben estar dentro de los límites indicados en las tablas.

Tabla 1. Límites granulométricos para el agregado fino (arena)

límites de % que pasa NTP	
TAMIZ abertura (mm)	% QUE PASA
3/8" (9.5 mm)	100
N° 4 (0.75mm)	95 a 100
N° 8 (2.36 mm)	80 a 100
N° 16 (1.18mm)	50 a 85
N°30 (0.60 mm)	25 a 60
N°50 (0.30mm)	10 a 30
N°100(0.15mm)	0 a 10
N°200(0.075mm)	0

Fuente: Choque y Ccana, 2016.

El agregado grueso (piedra) deberá cumplir con los límites especificados en el cuadro siguiente:

Tabla 2. Límites granulométricos para el agregado grueso (piedra)

límites de % que pasa NTP	
TAMIZ abertura (mm)	% QUE PASA
1" (2.54 mm)	100
3/4" (19mm)	100
1/2" (12.5mm)	25 a 60
3/8" (9.5mm)	12 a 35
N° 4 (0.75mm)	0 a 10
N° 8 (2.36 mm)	0
N° 16 (1.18mm)	0
N° 30 (0.60 mm)	0
N° 50 (0.30mm)	0
N° 100 (0.15mm)	0

Fuente: Choque y Ccana, 2016.

1.3.2.4 Agua

El agua es un componente importante en el concreto donde su diseño es muy esencial ya que de ello depende una adecuada resistencia y la trabajabilidad del concreto. Como lo plantea Gutiérrez:

El agua es un elemento muy esencial para la mezcla de concreto, ya que al contacto con el cemento genera su propiedad ligante. El volumen de agua se calcula en referencia al volumen del cemento pues lo que se requiere es la hidratación del cemento [...]. Un volumen de agua adicional en la mezcla de concreto generara una reducción en la resistencia, por lo cual en casos donde se quiera una mezcla bastante fluida, no se realizara incrementado el volumen de agua, sino más bien agregando un determinado aditivo. El agua utilizada en la elaboración del concreto y mortero deberá estar libre de sustancias perjudiciales para el mismo. (2003, p.46).

Con referencia a lo planteado por Gutiérrez, el agua por ser un agente que al contacto con el cemento se producen reacciones químicas, este debe ser evaluada, es decir verificar si está libre de agentes que se han dañinos para el concreto, según la norma peruana el agua debe ser potable, libre de sustancias como aceites, ácidos, material orgánico, etc.

1.3.2.5 Aditivos

En la actualidad son productos muy requeridos en el sector de la construcción, debido al avance de la tecnología los aditivos han venido mejorando, por lo cual encontramos

diferentes variedades, es decir para cada necesidad. Para logra un éxito en su uso debemos elegir adecuadamente el tipo de aditivo, calcular exactamente la cantidad. Los aditivos mejoran distintas propiedades del concreto, como lo afirma Gutiérrez:

Un aditivo se debe diferenciar de los componentes del concreto como del agua, agregados y cemento hidráulico, pues su incorporación en la mezcla de concreto se da inmediatamente, antes o durante el mezclado. Los aditivos son considerados como ingredientes más del concreto y se utilizan para modificar o mejorar las propiedades del concreto de modo que lo hagan más óptimos para determinadas solicitaciones. (2003, p. 99).

Los aditivos como lo menciona el autor planteado, son sustancias o ingredientes que al adicionar a la mezcla producen un efecto positivo, pues se busca mejorar las propiedades de la mezcla para un fin ya se ha de impermeabilizar, retardar, acelerar, plastificar, etc. Finalmente este aditivo al igual que los demás componentes del concreto se deberá diseñar y calcular su cantidad en la mezcla.

Aditivos impermeabilizantes

Con respecto a los aditivos impermeabilizantes, SIKa afirma que:

La función principal de estos aditivos es reducir la permeabilidad del concreto, ya que buscan minimizar la cantidad de ingreso de un fluido en el concreto. El agua ingresa al concreto por medio de la presencia de grietas en la superficie del concreto, también ocurre el ingreso a través de los poros capilares. Los aditivos impermeabilizantes poseen también la función adicional de contribuir con el concreto armado al control de la corrosión del acero, al minimizar el contacto con el agua que este ajena al proceso de hidratación del cemento con el acero de refuerzo, protegiendo de esta manera la integridad mecánica del conjunto. (2016, p. 25).

Por lo tanto los aditivos impermeabilizantes tienen como función proteger al concreto armado en el control de la corrosión de acero de refuerzo, pues minimiza el contacto con la humedad (agua), para evitar la corrosión por carbonatación y que se mantenga la resistencia mecánica del conjunto.

Aditivo Sika® Cem Impermeable

Sikacem impermeable es nombre comercial del aditivo WT-100 PE, el cual plantea SIKa, que: “Es un aditivo impermeabilizante líquido que se usa generalmente en concreto y

mortero. Este aditivo es exento de cloruros y funciona como bloqueador de poros” (2016, p. 2).

Por lo planteado por SIKA, se concluye que el presente aditivo, sirve como un bloqueador de poros del concreto para impedir el ingreso de algún líquido que pueda afectar al concreto y el acero de refuerzo que se encuentra el interior de este, pudiendo generar algún daño estructural.

Usos

Sika® Cem Impermeable se usa generalmente en:

Elaborar concreto impermeable en: sótanos, cimentación, cisternas, tanques de agua, muros, jardines, etc.

Características y ventajas

Sika® Cem Impermeable tiene las siguientes ventajas:

- ✓ Posee una excelente acción impermeabilizante
- ✓ Minimiza la porosidad del concreto y mortero.
- ✓ Produce concretos y morteros con mayor resistencia y durabilidad.
- ✓ Este aditivo se introduce fácilmente a la mezcla

Por lo planteado, se nota que el aditivo cuenta con variedad de ventajas para la mezcla, que sirven para la tesis, pues lo que se busca principalmente es tener un concreto con gran resistencia a la compresión, tracción y baja permeabilidad.

1.3.3. Propiedades del Concreto fresco

1.3.3.1 Consistencia

Determina el grado de fluidez de la mezcla de concreto englobando desde la más seca a la más fluida, por lo cual Rivva, afirma que:

La consistencia es una propiedad de la mezcla de concreto, el cual define su humedad por medio del grado de fluidez de la misma, con lo cual se entiende que cuanto más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá al momento de su colocación. (2000, p. 208).

Para considerar que una mezcla tenga una adecuada consistencia, se tiene que realizar la prueba de consistencia o conocida como cono de Abrams, ya que es un parámetro importante antes de su colocación, además de este depende el grado de deformación y en qué medida se puede ocupar todos vacíos del encofrado utilizando o no un equipo de vibrado.

1.3.3.2 Trabajabilidad

Con respecto a la trabajabilidad Gutiérrez, afirma que:

Es una propiedad del concreto fresco que se entiende como la capacidad del concreto para ser colocado y compactado adecuadamente, para no producirse segregación ni exudación al finalizar el fraguado inicial; esta propiedad está ligada a su plasticidad, ya que se define como la capacidad del concreto fresco para moldearse a cualquier superficie de encofrado y tomar su forma al momento de quitar el molde. (2003, p. 55).

Se debe indicar que la trabajabilidad definitivamente contribuye en la estructura terminada, ya que también de este depende la compactación y consecuentemente la densidad del concreto fraguado, si mayor es la compactación mayor será su densidad, resultando una mayor resistencia del concreto.

1.3.3.3 Exudación

La exudación según Rivva, afirma que:

Se define a la exudación como la elevación de un volumen de agua de la mezcla hacia la superficie de este, frecuentemente a causa de la sedimentación de los sólidos. El proceso de exudación comienza después que el concreto haya sido colocado y consolidado en los encofrados y se extiende hasta que se inicia el fraguado de la mezcla, se obtenga máxima consolidación de sólidos, o se genere la unión entre las partículas. (2000, p.244).

De acuerdo con lo planteado por Rivva, nos menciona que la exudación consiste en el acenso del agua a la superficie del concreto colocado en los encofrados, este fenómeno se produce durante el proceso de fraguado del concreto. Pero si no se controla, puede tornarse perjudicial para el concreto, volviéndola menos impermeable o poco durable en futuro cercano.

Por otro lado la capacidad de exudación y la proporción de exudación pueden determinarse experimentalmente mediante la prueba NTP 339.077 (ASTM C 232). La exudación del concreto finaliza cuando la mezcla ha endurecido lo suficiente.

1.3.3.4 Peso Unitario

Según Rivva el peso unitario se define como:

Una relación entre el volumen de sólidos y el volumen total de una unidad cúbica. También se comprende como el porcentaje de un determinado volumen del concreto que es material sólido. Por lo tanto, el peso unitario del concreto será el peso de una muestra al cual se le realice el varillado, el cual será una parte representativa del concreto, esta será expresada en Kg/m³. (2000, p. 213).

Si se conoce el peso unitario P, el volumen del concreto puede determinarse a partir de la masa de los ingredientes. Además el peso unitario dependerá de la gravedad específica de los agregados, del volumen de aire atrapado en la mezcla y de las propiedades del concreto que requieran de agua.

Adicionalmente el peso unitario según la NTP 339.046, se calcula fácilmente al pesar el concreto fresco compactado en un contenedor estandarizado, de volumen y masa conocidos; en dicha norma se encuentra el procedimiento a utilizar.

1.3.3.5 Contenido de Aire

En el proceso de mezclado del concreto se genera una pequeña cantidad de aire de 0.2 a 3%, la cual es aportada por los materiales, por lo cual depende del tamaño máximo nominal del agregado. Este aire generado queda atrapado en la masa del concreto, los espacios que produce este aire son denominados poros.

El aire atrapado en el concreto, trae consigo muchos efectos uno de los principales es la reducción de la resistencia tanto a la compresión, tracción y flexión, en consecuencia la durabilidad del concreto, además se incrementa la permeabilidad, por lo cual minimizar la permeabilidad de un concreto resulta un camino muy importante a tener en consideración, ya que esta búsqueda influirá en las propiedades de resistencia y durabilidad.

Finalmente la cantidad de aire se convierte en parámetro a considerar al momento de diseñar una dosificación de concreto. Por lo tanto en la dosificación de las mezclas debe considerarse un % de aire atrapado, como se muestra en el cuadro siguiente:

Tabla 3. Contenido de aire atrapado en mezcla de concreto normal

TMN Agregado Grueso	Aire atrapado (%)
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

Fuente: ACI comité 221.1

1.3.3.6 Prueba de Consistencia

Para medir la consistencia o fluidez de una mezcla de concreto donde se utiliza un tamaño máximo de agregado menor o inferior a 2", tenemos diversos métodos de los cuales el ensayo de Cono de Abrams es uno de ellos, mediante el cual se verifica que se ha un mezcla fluida, plástica o seca. Para realizar el procedimiento nos basaremos en la NTP 339.035, donde se indica:

Primero humedecer el molde y colocarlo sobre una superficie plana, rígida. Luego llenar el molde colocando el concreto en tres capas, de manera que cada capa se ha aproximadamente una tercera parte del volumen total del molde El concreto se coloca moviendo el cucharón en todo el perímetro de la boca del molde, para asegurarnos de una distribución adecuada y se genere una mínima segregación. En cada capa se aplicará 25 golpes con la barra compactadora, estos serán aplicados uniformemente en toda la sección de la capa. El molde se llenara en exceso antes de compactar la última capa, con la finalidad de enrasar con la varilla para luego desmoldar e inmediatamente medir el asentamiento. (2014, p.9).

Durante el proceso constructivo de una estructura, se deben realizar algunas pruebas o ensayos pertinentes, en este caso describimos a la prueba de consistencia, que es un indicador que mide el slump, es decir la consistencia, donde existentes diferentes rangos de

trabajabilidad. Todo ello con el fin de ver si el concreto en estado fresco sufre deformación, la consistencia mide la docilidad del concreto, esta medida es muy variante pues depende del volumen de agua en la mezcla.

Tabla 4. Medidas de consistencia del concreto.

Consistencia del Hormigón	Aspecto	Asentamiento [cm]	Método de compactación
A – 1	Suelto y sin cohesión	1,00 a 4,50	Vibración potente, apisonado enérgico en capas delgadas
A – 2	Levemente cohesivo	5,00 a 9,50	Vibración normal, varillado y apisonado
A – 3	Levemente fluido	10,00 a 15,00	Vibración leve, varillado
A – 4	Fluido	15,50 a 22,00	Muy leve y cuidadosa vibración, varillado.

Fuente: Escuela Industrial Superior.

1.3.4 Propiedades del Concreto Endurecido

1.3.4.1 Relación agua/cemento

Se sabe que la relación a/c contribuye en la porosidad de la mezcla de concreto, en consecuencia en todas las propiedades de durabilidad del concreto, como lo plantea Gutiérrez:

La relación agua-cemento (A/C) es el factor más importante en la resistencia del concreto, ya que de dicho factor depende tener mayor o menor resistencia. Por lo tanto una determinada relación agua-cemento genera distintas resistencias a la compresión, además ello dependerá del tipo de agregado utilizado y al tipo de cemento. (2003, p. 53).

La relación agua/cemento es parámetro importante al momento del diseño del concreto, ya que influyen de forma considerable en la resistencia final del concreto. Esta relación se da entre el peso del agua y el peso del cemento, generalmente el peso del agua será menor al del cemento por lo cual el valor de la relación será menor que la unidad.

Este factor es diferente para cada tipo de concreto, pues se conoce que el concreto tendrá distintos valores de resistencia según la estructura o sollicitación que se requiera. En

el caso que se requiera un concreto de baja permeabilidad se necesitaran relaciones de agua/cemento bajas, como lo plantea el ACI, quien afirma que:

Para los diseños de las mezclas de concreto deben realizarse buscando concretos que tenga la menor permeabilidad posible, ello se obtiene reduciendo la relación Agua/Cemento al mínimo compatible, el cual tenga una trabajabilidad adecuada, por lo cual el ACI recomienda relaciones de agua/cemento que estén entre 0.45 y 0.50. (SF, p. 40).

1.3.4.2 Contenido de aire del concreto

Los componentes del concreto poseen un porcentaje de vacíos procedente del aire atrapado en su masa y de la cantidad de agua que se va evaporar. Este aire resulta en cierta medida favorable para el concreto en climas extremos de congelamiento, como lo plantea Romero:

En caso de bajas temperaturas donde se producen fenómenos de hielo y deshielo, las burbujas de aire que están dentro de la mezcla actuaran como cámaras de expansión frente al incremento de volumen del agua al transformarse de líquido a sólido. Estas burbujas ayudan a reducir las tensiones internas que son causadas por el congelamiento o minimizar el deterioro y perdida de la impermeabilidad, que se originaria en un concreto sin aditivo (2011, p. 86)

El contenido de aire como lo plantea López y Mamani, es un factor que contribuye a que en el interior del concreto no se produzcan las tensiones que pueden ser causadas por bajas temperaturas, también minimizan su deterioro, pero pueden generar la pérdida de la impermeabilidad.

1.3.4.3 Resistencia a la Compresión

Con respecto a esta propiedad principal del concreto, Gutiérrez afirma que:

El concreto es elemento estructural, el cual se diseñara para que adquiriera cierta resistencia a la compresión. Con respecto a la resistencia a la compresión simple es una característica mecánica muy importante del concreto, ya que se emplea normalmente para medir su calidad. Por otro lado, cuando se diseñan pavimentos rígidos y otros elementos que están apoyados sobre el terreno como son las losas, se diseñaran concretos que se han capaces de resistir esfuerzos de flexión. (2003, p. 53).

El ensayo de resistencia a la compresión del concreto se realiza fracturando probetas cilíndricas en el laboratorio con ayuda de máquinas especiales para este ensayo. Como se sabe para calcular la resistencia a la compresión se debe dividir la fuerza de ruptura y el área de la sección que va soportar la carga, expresada en MPa.

Esta propiedad del concreto endurecido, depende de numerosas variables como el tipo de cemento que se utiliza, la relación a/c, la calidad de los agregados, la calidad del agua, las condiciones ambientales, el curado, en el caso que incorporen aditivos también influirán en dicha propiedad.

1.3.4.5 Ensayo de permeabilidad.

Con respecto al ensayo de permeabilidad, Choque y Ccana afirma que:

Cuando se habla de permeabilidad del concreto se hace referencia a la cantidad de agua u otras sustancias líquidas que ingresa a través de los poros del material en un lapso de tiempo determinado, por lo tanto será la resultante de la composición de la porosidad en el concreto, la hidratación o lo ligado a la liberación de calor en el concreto, y la aparición de cavidades y grietas por contracción plástica en el concreto cuando este frague (2016, p. 54).

Por lo planteado anteriormente, se sintetiza que la permeabilidad de un concreto se trata del ingreso de cualquier sustancia líquida por los poros del material en un tiempo dado, este ingreso se da por numerosos factores, principalmente por la porosidad que posee el concreto. Este ingreso es perjudicial para el concreto, ya que originan diferentes reacciones químicas, lo más crítico es la corrosión del refuerzo, afectando la durabilidad del mismo.

Para determinar la permeabilidad nos apoyaremos en la fórmula planteada por la norma ACI 522. Usaremos un permeámetro de una sección de área A y una altura L. Para calcular dicho valor, nos basaremos en la fórmula planteada seguidamente:

$$K = \frac{L}{t} \times \frac{a}{A} \times \ln \frac{h_1}{h_2}$$

Dónde:

K: Coeficiente de permeabilidad (m/s).

A: Área de la muestra (m).

a: Área de la tubería de carga(m).

t : Tiempo en segundos que demora en pasar h_2-h_1

h_1 : Altura de agua medida del nivel de referencia (parte superior de la muestra (m).

h_2 : Altura de tubería de salida del agua con respecto al nivel de referencia (0.01m).

L: longitud de la muestra

1.3.4.6 Permeámetro según el ACI – 522R:

La propiedad de permeabilidad del concreto, se puede determinar usando un sencillo permeámetro de carga variable. Donde primero es forrada la probeta para evitar que el agua fluya a los lados de la muestra. Se ingresa agua al cilindro para llenar la celda de la muestra y el tubo de drenaje. La probeta está sujeta a que el agua fluya a través de la tubería hasta que el nivel en el cilindro se ha el mismo que la parte superior de la tubería de drenaje. Por lo cual se reduce al mínimo las bolsas de aire en las probetas y garantiza que la muestra se sature totalmente.

Las medidas que debe tener el cilindro donde va almacenada el agua es de 30 cm, las probetas de concreto serán de 20 cm de alto por 10 cm de diámetro, la cual irá debajo del cilindro graduado, debidamente unidos con jebes y abrazaderas para que tenga la presión suficiente y el agua no salga por los costados, en la parte posterior de la probeta irá otro jebe con su respectiva abrazadera el cual a su vez tendrá otro recipiente por donde irá bajando el agua de una medida de 10 cm, que estará unido a un tubo para que pueda ir ensamblada la válvula de agua y este a su vez tenga el tubo de drenaje por donde saldrá el agua que se va filtrando (ACI522, 2006).



Figura 2. Permeámetro de carga variable según ACI-522R. Fuente: ACI 522 R, 2006

1.3.7 Relación entre durabilidad e impermeabilidad de un concreto

Los procesos físicos y químicos del deterioro en el concreto, se dan de manera sinérgica. El deterioro del concreto rara vez es producto de una causa aislada; a menudo el concreto puede ser satisfactorio a pesar de algunos inconvenientes característicos pero con un perjudicial elemento adicional, puede ocurrir el daño. Por esta razón, a veces es difícil precisar el deterioro a algún elemento en particular, pero la calidad del concreto, en la forma general, aunque con una referencia especial a la permeabilidad, casi siempre está presente. En realidad, con la excepción del daño mecánico, todas las influencias adversas sobre durabilidad incluyen el transporte de fluidos a través del concreto.

Por lo cual Limón (2016, p.29) plantea: “el obtener una baja permeabilidad es requisito indispensable para la durabilidad del concreto. Entonces la durabilidad del concreto depende de manera importante de la facilidad de los fluidos, tanto líquidos como gases, pueden entrar al concreto y moverse a través de él; a esto se le llama permeabilidad del concreto”.

Al respecto de lo planteado por Limón, se infiere que la durabilidad de un concreto depende de forma directa de su permeabilidad, es decir un concreto con mucha permeabilidad es propenso a tener una reducida durabilidad, y al contrario un concreto con baja permeabilidad, puede tener una gran durabilidad, pues no permite el paso de algún líquido o gas dañino para el concreto.

1.3.8 Fraguado y endurecimiento

Según, Gutiérrez (2003, p. 42), el fraguado y endurecimiento: “Son el resultado de las reacciones de hidratación en los componentes de la mezcla de concreto. La primera fase de hidratación se denomina fraguado y está caracterizado porque la pasta pasa de estado fluido a sólido”.

Este proceso de fraguado depende del tipo de cemento que se utilice en obra, pero generalmente inicia a los 4 días con su fase inicial que es el fraguado, pasando posteriormente a un continuo proceso de hidratación alcanzando a los componentes del cemento que provocan el fraguado de la mezcla y ocasionando un desarrollo de resistencias mecánicas.

La siguiente tabla muestra el desarrollo de la resistencia a la compresión de un concreto tomando como referencia los 28 días, siendo cifras tentativas:

Tabla 5. Evolución de la resistencia a la compresión.

EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN HORMIGON PORTLAND NORMAL					
EDAD DEL HORMIGON EN DIAS	3	7	28	90	360
RESISTENCIA A COMPRESIÓN	0.4	0.65	1	1.2	1.35

Fuente: Gutiérrez (2013).

1.3.9 Diseño de Mezcla

La norma ACI 211, lo define como un proceso, mediante el cual se calcula la cantidad de materiales que serán necesarios para elaborar 1m³ de concreto. Para lograr dicho cálculo utilizamos los conocimientos adquiridos en la técnica y practica sobre los materiales y que reacciones se producen al ser unidos mediante una mezcla de concreto. Por ello para elaborar el diseño de mezcla es necesario conocer las propiedades físicas y químicas de los materiales, su forma y tamaño; además se debe saber las estructuras que se quieran construir, y las condiciones a la cual estará expuesta dicha estructura.

Adicionalmente Laura (2006, p.4), plantea que: es necesario realizar distintos tipos de ensayos físicos a los agregados gruesos y finos, traídos de las canteras, tales como: análisis granulométrico, peso unitario suelto y compactado, peso específico, contenido de humedad, módulo de fineza, tamaño máximo, tamaño máximo nominal, etc.

1.3.9.1 Pasos para realizar un diseño de mezcla

a) Determinar la resistencia requerida

Para Torres (2004, p.91), la resistencia requerida estará en el criterio y lógica del diseñador, ya que deberá contar con adecuado conocimiento científico, practico y teórico relacionado al diseño de concreto.

Por otro lado se debe tener en cuenta que siempre existe dispersión a pesar de tener un control riguroso tipo laboratorio, por ende se tendrá en consideración en la dosificación

de la mezcla las distintas dispersiones que se generen en las obras, así se tenga un control riguroso o no en la dosificación. Por lo cual, se debe diseñar para obtener valores superiores a la resistencia especificada (f'_c), es decir una resistencia requerida (f'_{cr}).

De acuerdo a lo planteado anteriormente debemos considerar una resistencia a la compresión promedio, teniendo en cuenta un aumento en la resistencia a la compresión el cual se quiere obtener (ver tabla 40).

El diseño de la mezcla de la presente tesis se basa en tablas de norma ACI 211.1, de donde se obtiene la información como la relación agua/cemento, la cantidad de agua requerida para la mezcla, el contenido de aire, la cantidad de cemento y el volumen de agregado grueso, para luego calcular el volumen del agregado fino por el método de volúmenes absolutos.

b) Seleccionar el tamaño máximo del agregado

De acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas, referidas a la parte estructural recomiendan que el mayor tamaño del agregado grueso a usar dependa de la disponibilidad económica que se cuente, no obstante deberán cumplir con las dimensiones y características del elemento estructural requerido.

De acuerdo a la Norma Técnica de Edificación E. 060 plantea que: el agregado grueso no debe ser superior a: 1/5 de la menor dimensión entre las caras de encofrados; o 1/3 del peralte de la losa; o 3/4 del espacio libre mínimo entre barras individuales de refuerzo”.

Por lo planteado en la norma, el primer punto se entiende que entre las caras del encofrado debemos guiarnos de la menor dimensión y de acuerdo ello el agregado tendrá 1/5 de dicha dimensión, con respecto al segundo punto se saca la medida del peralte de la losa en caso se esté realizando el vaciado de una losa, el agregado tendrá 1/3 de dicha medida, finalmente cuando se refiere al tercer punto, se entiende que se guiarán con la medida entre barra y barra de refuerzo, es decir el agregado tendrá 3 / 4 de esta medida.

c) Selección de asentamiento

La norma ACI 211-99, plantea que: si el valor del asentamiento se encuentra en las especificaciones entonces se tiene que determinar los valores basándonos en las tablas de Norma de ACI comité 211, donde por medio de tablas se selecciona el asentamiento adecuado, teniendo en cuenta el tipo de estructura se va ejecutar, por lo tanto para la selección del asentamiento se determinó un asentamiento de 3" a 4" según la tabla 44.

La determinación del asentamiento o slump se dio para el concreto patrón, ya que este serviría como base para verificar que se ocasionaría la incorporación del aditivo sikacem impermeable en porcentajes de 2% y 3 % con respecto al peso del cemento.

d) Determinación del contenido de aire y volumen de agua

De acuerdo con el ACI comité 211, existen distintas tablas que sirven para determinar proporciones en base al porcentaje de contenido de aire, los cuales se encuentra en una mezcla de concreto en relación con el máximo tamaño nominal calculado para el agregado grueso. En referencia al volumen de agua necesario para generar un asentamiento determinado, este dependerá específicamente del tamaño máximo de agregado grueso.

e) Elección de relación agua/cemento

Según Laura (2006, p.9), la relación agua/cemento se calcula de dos formas, una es por la resistencia y otra por la durabilidad, sin embargo para seleccionar el valor indicado, se deberá elegir el menor valor, con el cual se lograra cumplir con todos los requisitos establecidos en las especificaciones técnicas. Ahora el seleccionar la relación a/c por medio de la resistencia, es necesario cumplir con los requerimientos de durabilidad.

f) Calcular el contenido de cemento

Una vez obtenido el volumen de agua necesario y la relación agua/cemento, se calculara el contenido de cemento, dividiendo el volumen del agua entre relación agua/cemento. Este volumen de cemento está en referencia a 1 metro cubico de concreto.

g) Determinación del contenido de agregado grueso

Luego de obtenido el contenido de cemento, procedemos a calcular el volumen del agregado grueso para lo cual nos apoyamos en la tabla 44. Luego de ello se procede a determinar el peso del material, usando el peso unitario compactado.

h) Determinación del contenido de agregado Fino

Luego de obtenido el volumen de agregado grueso, se procede a calcular el volumen de agregado fino para luego realizar el cálculo del peso del agregado fino, esto se efectúa multiplicando por su peso específico.

El cálculo del volumen de agregado fino se realizó en base al método volúmenes absolutos. Este método es un procedimiento más exacto para determinar el volumen del agregado fino, el cual consiste en desplazar los volúmenes de los componentes (usando las gravedades específicas). Por lo cual se suma todos los volúmenes de los componentes ya determinados (agua, cemento, aire y agregado grueso), luego se resta el volumen unitario del concreto que sería 1 metro cúbico, el resultado es el volumen de agregado fino. El volumen que ocupa cualquier componente del concreto será igual a su peso dividido entre la densidad de ese componente (el cual se calcula multiplicando el peso unitario por su peso específico)

h) Corrección por humedad

Se sabe que los materiales se presentan en el ambiente natural con un porcentaje de humedad, por lo cual se debe corregir por humedad, dando como resultado nuevos pesos de los materiales, pues de lo contrario se tendrá un exceso en cuanto al volumen de agua, ello conllevaría a que el concreto producido obtenga una reducción en sus distintos tipos de resistencia.

Al respecto Torres (2004, p. 95) plantea que: “Se debe tomar en cuenta la humedad de los agregados antes ser pesados de acuerdo a la norma. Generalmente los agregados poseen un porcentaje de humedad, por lo cual es necesario que a los pesos secos de los materiales se debe sumar el peso del agua que se encuentran en dichos agregados, ya se ha en la parte interna como en la superficial”

Con respecto a lo planteado por el anterior autor, se puede mencionar que según norma debemos de tener en cuenta el contenido de humedad de los agregados, ya que tanto interna como externamente poseen algún volumen de agua que al momento del diseño se deberá tener en cuenta, para evitar futuras fallas en las propiedades del concreto.

1.4. Formulación del Problema

1.4.1 Problema general

¿Cuál es la influencia en la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto elaborado con cemento tipo I para un $f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$?

1.4.2 Problemas específicos:

1. ¿En cuánto influye la adición del aditivo sikacem impermeable en la permeabilidad del concreto?
2. ¿Qué efectos produce la incorporación del aditivo sikacem impermeable en la resistencia a la compresión del concreto?
3. ¿Qué efectos produce la incorporación del aditivo sikacem impermeable en el asentamiento del concreto?

1.5. Justificación

1.5.1 Teórica

En referencia al planteamiento del problema y en virtud del desarrollo de nuevas tecnologías que ayudan a mejorar el desempeño del concreto, específicamente su propiedad de impermeabilidad, esta investigación se realiza con el propósito de aportar nuevos conocimientos sobre evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con cemento tipo I, sumándose a ello la necesidad de proponer nuevas técnicas para obtener dicho concreto, todo ello con el fin de brindar un documento de ayuda para las futuras generaciones que se inclinan por esta rama de la ingeniería civil.

1.5.2 Metodológica

Para el cumplimiento de los objetivos de la investigación, se determinó distintos instrumentos de obtención de datos tanto para la variable independiente el aditivo sikacem impermeable y la variable dependiente el concreto. Dichos instrumentos se determinaron considerando la norma ASTM, ya que estos se respaldan con la confiabilidad y la validez de dicha norma. Con lo cual se plantea una metodología para lograr obtener resultados sobre el objetivo de la presente investigación.

1.5.3 Práctica

La justificación de la presente tesis de investigación consiste en proponer una solución a la problemática de la corrosión del refuerzo del concreto armado que son causados por la humedad ya sea del ambiente o del suelo, pues son daños causados a las estructuras de una vivienda. Por lo cual se propone la incorporación de los aditivos impermeabilizantes, para determinar si resulta o no beneficiosas para las propiedades del concreto, donde se busca obtener mejoras en la permeabilidad, resistencia y durabilidad.

1.5.4 Relevancia

La presente investigación tiene por objetivo evaluar la influencia de la incorporación de aditivo sikacem impermeable en un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con cemento tipo I, con el propósito de producir un concreto que impida el ingreso de algún fluido, y por ende no se dañe las estructuras por esta causa.

1.5.5 Contribución

Se les hará de conocimiento los resultados de la investigación al Alcalde y regidores del distrito de Ventanilla-Callao, también al Gobierno Regional del Callao y al Ministerio de Vivienda, Construcción. Ellos se encargaran de tomar las decisiones pertinentes para sensibilizar y capacitar a los pobladores sobre la construcción de su vivienda con el uso del aditivo impermeabilizante en el concreto.

1.6. Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

La incorporación del aditivo sikacem impermeable influye positivamente en el

comportamiento del concreto elaborado con cemento tipo I para un $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.

1.6.2 Hipótesis específicas:

1. La permeabilidad del concreto se reduce favorablemente con la adición de aditivo sikacem impermeable.
2. La resistencia a la compresión del concreto se influye positivamente con la incorporación del aditivo sikacem impermeable.
3. El asentamiento del concreto se influye favorablemente con la incorporación del aditivo sikacem impermeable.

1.7. Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Evaluar la influencia en la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto elaborado con cemento tipo I para un $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.

1.7.2 Objetivos específicos:

1. Determinar la influencia en la adición del aditivo sikacem impermeable en la permeabilidad del concreto.
2. Identificar los efectos que produce la incorporación del aditivo sikacem impermeable en la resistencia a la compresión del concreto.
3. Conocer los efectos que produce la incorporación del aditivo sikacem impermeable en el asentamiento del concreto.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de Investigación

2.1.1 Tipo de investigación

De acuerdo a la orientación

El tipo de investigación es aplicada, porque se emplean los conocimientos adquiridos en el transcurso de la práctica, tales como las características y propiedades del concreto, para lograr un nuevo conocimiento destinado a procurar soluciones de problemas prácticos.

Con respecto a lo planteado, Valderrama (2015, p.165) plantea que: la investigación aplicada busca conocer para actuar, construir, hacer y construir, le interesa la aplicación rápida sobre una realidad concreta. Se aplica para conocer la realidad social, económica y cultural de un ámbito y buscar soluciones concretas.

De acuerdo a la técnica de contrastación

Es del tipo Explicativa, también conocida como analítica, ya que permite el análisis de la relación que hay entre dos variables, en casos de correlación, causalidad o asociación. Aquí los grupos de control toman un papel importante.

Según lo planteado, Carrasco (2017, p. 42) plantea que: la investigación explicativa da a conocer las causas o factores que han dado origen o han generado la existencia y naturaleza del fenómeno en estudio.

De acuerdo con la direccionalidad

La investigación es prospectiva, porque ocurre cuando el fenómeno se estudia su causa en el presente y su efecto en el futuro. Para casos de estudios descriptivos se puede referir a situaciones que futuramente se originan.

De acuerdo con el tipo de fuente de recolección de datos

La investigación retrolectiva, se da cuando la información provenga de fuentes secundarias o se recurra a fuentes de información ya existente, en otras palabras la información de dicha fuente haya sido recopilada por otros investigadores.

De acuerdo con la evolución del fenómeno estudiado

Se planteará un estudio transversal, ya que se mide una sola vez a las variables y se analiza de forma inmediata, las características de una o más grupos de unidades se medirán en cierto momento, sin la evaluación del desarrollo de las unidades.

De acuerdo a lo planteado previamente, Carrasco (2017, p. 42) plantea que: la investigación transversal, se centra en la duración de la investigación, es decir los resultados que se obtiene de varios ensayos realizados en un determinado tiempo.

De acuerdo a la comparación de las poblaciones

La investigación es descriptiva, pues se tiene una sola población, sin embargo este intenta describirse en función de uno o un grupo de variables.

Con respecto a lo afirmado anteriormente, Sampieri (2014, p. 92) plantea que: la investigación descriptiva tienen por objetivo especificar propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, objetos, etc., que se sometan a un análisis. Por lo tanto solo pueden medir o recoger información de forma independiente o conjunta de los conceptos o variables de una investigación.

2.1.2 Nivel de investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010, p.83):

Los estudios explicativos son más que solo descripciones de definiciones o fenómenos o de generar relación entre conceptos; es decir, están direccionados a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. El nombre implica, el interés de centrarse en explicar por qué se origina un fenómeno y cuáles son las condiciones en que se manifiesta, o porque se relacionan dos o más variables.

En resumen se escogerá el nivel explicativo, ya que el fin principal de este nivel es explicar dos fenómenos, su relación que presente entre ambos. Estos permiten análisis de causalidad entre dos variables, donde se analizarán la variable independiente y dependiente

2.13 Diseño de Investigación

El diseño de una investigación puede de ser de campo, experimental o no experimental. Para este caso se usa un diseño experimental, exactamente un diseño cuasi-

experimental, ya que es necesario obtener datos, de los cuales justifiquen los distintos aspectos de la investigación. Es con estos datos que es posible desarrollar distintas actividades como las cantidades de cada uno de los materiales necesarios para producir el concreto impermeable, el cual, luego de una serie de experimentos, nos permitan obtener datos para su recolección.

“La investigación experimental se exhibe a través de la manipulación de una variable experimental no comprobada, en situaciones controladas, con el objetivo de escribir como o para que causa se origina una situación o particular acontecimiento” (Tamayo, 2004, p. 47).

2.2 Variables, Operacionalización

2.2.1. Variable 1

La variable 1 = Aditivo impermeabilizante es una variable independiente, Cuantitativa.

2.2.2. Variable 2

La variable 2 = concreto elaborado con cemento portland tipo I es una variable dependiente, Cuantitativa.

En referencia a lo planteado anteriormente, se describe los conceptos que se usaran para la clasificación de las variables 1 y 2.

Según G. Arias (2012; p.45) plantea que: “Una variable es considerada cuantitativa si se muestra los valores de la variable, valores numéricos. Además sostiene que las variables que se clasifican como las causas que modifican a otra, serán las variables independientes.

Según G. Arias (2012; p.45) sostiene que: la variable dependiente, es una variable que sufre modificaciones a causa de la variable independiente y a la variable cualitativa cuando se tenga numerosos valores.

2.3 Población y Muestras

Para hacer la determinación y análisis, debemos establecer nuestra población de esa manera se delimita el área de estudio, en esta investigación se tendrá una población

conformada por las posibles probetas de concreto $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ para ensayar mediante diversos ensayos.

Según SIKA (2014) plantea que: “La dosis puede variar entre 400 ml y 1,200 ml por bolsa de cemento de 42.5 Kg; la dosis estándar es 1 Litro por bolsa de cemento de 42.5 Kg”. adicionalmente la ficha técnica del aditivo plantea una dosificación de 2% a 3% del contenido de cemento, es decir 2 a 3kg de aditivo por cada 100kg de cemento, por lo cual se consideró dos puntos de estudio 2% y 3% para cada diseño de mezcla que se plantea realizar.

2.3.1 Muestra

Según la Norma técnica de Edificación E060 de Concreto Armado, la muestra en la presente investigación se define de la manera siguiente:

“En cada relación de agua/cemento se deben elaborar y curar por lo menos tres probetas cilíndricas por cada edad de ensayo del concreto de acuerdo —Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratoryl (ASTM C 192M). Los especímenes deben ensayarse a los 28 días o a la edad de ensayo planteadas para determinar f_c ” (2009, p. 42).

Al respecto con lo planteado en la Norma técnica E060, se infiere que para realizar ensayos de probetas se deben realizar 3 probetas por cada edad de ensayo, por lo cual se elaboran para 7, 14, 21 y 28 días. Además se deberá diseñar para un f_c determinado, para luego comprobar si se llegó o no al objetivo.

Según la Norma ASTM C192-02 plantea que: “a menudo se usan edades de ensayo de 7 y 28 días para los ensayos de resistencia a la compresión, ó de 14 y 28 días para los de resistencia a la flexión. Las probetas que contienen cemento Tipo III con frecuencia se ensayan a los 1,3, 7 y 28 días”.

Para realizar el concreto $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$, se adquirieron los agregados de la cantera “TRAPICHE”. Los especímenes se hicieron en función a la Norma Técnica Peruana E060 para concreto, donde muestra que la cifra mínima de muestras elaboradas es de tres (03) muestras para cada tiempo de ensayo. Para la presente tesis se utilizaron 45 especímenes

elaborados con la adición de aditivo impermeabilizante en porcentajes de 2% y 3% con respecto al peso del cemento, de acuerdo a la tabla siguiente:

TABLA 6. *Cuadro de toma de muestra*

TIPO DE ENSAYO	TIEMPO DE ANÁLISIS(días)	CONCRETO PATRON	% DE ADITIVO		PARCIAL (unid)
			2%	3%	
RESISTENCIA A LA COMPRESION	7	3	3	3	9
	14	3	3	3	9
	21	3	3	3	9
	28	3	3	3	9
PERMEABILIDAD	28	3	3	3	9
				TOTAL	45

Fuente: elaboración propia

2.3.2 Toma de Muestra

Las muestras no probabilísticas, según Hernández, Fernández y Baptista (2014, pág. 176) plantea que: “El muestreo no probabilístico es adecuado para cierto diseño de estudio que no requiere tanta representatividad estadística de elementos de una población, sino más bien una cuidadosa y controlada elección de sujetos con determinadas características especificadas”.

Según los autores mencionados, la toma de muestra no probabilísticas implica que la toma de individuos no sea estadísticamente representativa, ya que se busca realizar una selección de muestra orientado por las características de la investigación. Por lo cual en la presente tesis se realiza una toma de muestra no probabilística por conveniencia, pues la selección de muestra se realiza de forma directa por el investigador, considerando los objetivos de la investigación.

2.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos, Validez y Confiabilidad

2.4.1 Técnicas

Observación: Es el método esencial de obtención de datos de la realidad, dicha técnica consiste en recoger información usando la percepción perceptiva y selectiva, interpretativa e ilustrada de un determinado objeto o fenómeno.

2.4.2 Instrumentos

Protocolo: En la presente tesis se utilizó los protocolos que resultan formatos estándares de acuerdo a las normas del ASTM tanto para el ensayo de compresión (ASTM C39) y para el ensayo de tracción (ASTM C496), así también para el diseño de mezcla se empleó el método del ACI-211.1-91.

2.4.3 Validez y Confiabilidad

Los instrumentos empleados en la presente tesis están validados por las normas estandarizadas ASTM, para la resistencia a la compresión, adicionalmente algunas fichas están validadas por juicio de expertos.

2.5 Método de Análisis de Datos

Se realiza el análisis con enfoque en la hipótesis, pues se busca los resultados por medio de ensayos teniendo en cuenta los protocolos, los cuales son instrumentos confiables que posibilitan recoger los datos que se suscitan en la realidad sin modificarlos, por lo cual se recogen los resultados arrojados en los ensayos de resistencia a la compresión y permeabilidad para conocer la influencia de la adición del aditivo con respecto al volumen del cemento. El procesamiento de los datos extraídos en laboratorio será ejecutado a través de programas como el Excel y el SPSS.

2.6 Aspectos Éticos

- ✓ Toda la información proporcionada en el proyecto de investigación es verídica obtenida de fuentes confiables.
- ✓ Se encontrara citado toda información que aporoto a la tesis y fue tomada de libros u otras tesis, manteniendo el respeto a la propiedad intelectual.
- ✓ Se realiza este proyecto de investigación con la idea de cuidar y preservar nuestro medio ambiente, utilizando material natural y evitando la contaminación de agentes externos.
- ✓ Los resultados de la investigación son netamente veraces, ya que no se modifican con algún objetivo en específico, sino más bien se muestran tal cual resulte de la investigación.
- ✓ Responsabilidad social.

III. RESULTADOS

3.1 Variable independiente: Aditivo Impermeabilizante

3.1.1 Cantidad de Aditivo

El diseño de la mezcla de concreto dependerá de los requerimientos locales y/o reglamentos locales para los sistemas de concreto impermeable. Para un concreto impermeable el cual se le incorpora el aditivo Sikacem impermeable, ha sido formulado para ser usado en concreto con un contenido mínimo de cementante de 350 kg/m³ y una máxima relación a/c de 0.50.

3.1.1.1 Porcentaje de Aditivo

Tabla 7. *Características del Aditivo Sikacem impermeable*

DESCRIPCION	CARACTERISTICAS		
	DENSIDAD	DOSIS DE DISEÑO	% PARA USO
ADITIVO SIKACEM IMPERMEABLE	1,02 +/- 0,02 Kg/L	1 Litro x Bls de cementoo (42.5 Kg)	Se usa 2% y 3%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la presente investigación se realiza la incorporación del aditivo sikacem impermeable, con el objetivo de mejorar algunas propiedades del concreto. De acuerdo a la hoja técnica del material y sumado a ello la recomendación de los especialistas de la empresa SIKA, se ha determinado que los porcentajes a incorporar al concreto serán de 2% y 3%, esto se puede observar en la tabla 7 donde muestra adicionalmente la densidad del material y su dosificación por cantidad de contenido de cemento. Esta dosificación se sustenta en la hoja técnica la cual aparece en los anexos, finalmente por recomendación de especialistas de SIKA y apoyándonos en las hojas técnicas se determina que la incorporación de este aditivo no genera un cambio en el diseño de mezcla (concreto patrón), ya que solo se basa en la cantidad de cemento que se utilice en la mezcla, es decir el porcentaje se calcula en base al peso del cemento. Esta dosificaciones se puede visualizar en las tablas 47, 48 y 49 donde muestra que las cantidades de material del concreto no varían si no solo la cantidad de aditivo que se le incorpore a la mezcla de concreto pero siempre teniendo en cuenta el porcentaje a añadir.

3.2 Variable Dependiente: Concreto

3.2.1 Propiedades físicas del Agregado Fino

3.2.1.1 Granulometría - NTP 400.012

El procedimiento fue el siguiente, primero se cuarteo la muestra del agregado fino, para obtener la porción más pequeña, se pesó la muestra y dio como resultado 1kg, luego se procedió a realizar el tamizado, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 8. Resultados de granulometría del Agregado Fino

AGREGADO FINO - ARENA GRUESA							
MALLA		PESO RET.(gr)	PESO RET.(%)	PESO RET. ACUM.(gr)	% PASA ACUM.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.6 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.9 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	15.20	0.95	0.95	99.05	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	288.80	18.07	19.02	80.98	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	378.10	23.65	42.67	57.33	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	367.60	23.00	65.67	34.33	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	296.20	18.53	84.20	15.80	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	141.30	8.84	93.04	6.96	0.00	10.00
# 200	0.07 mm	34.60	2.16	95.20	4.80	0.00	0.00
FONDO	0.01 mm	76.70	4.80	100.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL		1598.50	100.00				

Fuente: Adaptacion del laboratorio SICAP, 2018.

Se puede apreciar de la tabla N° 8, que el mayor peso retenido del agregado fino se da en la malla °N 16 con 378 gr. Luego se realizo un grafico de la curva granulometrica de donde se obtuvo el modulo de fineza del agregado fino, adicionalmente se verifico que el agregado esta dentro de los parametros establecidos por el ASTM, tanto por limite inferior y superior.

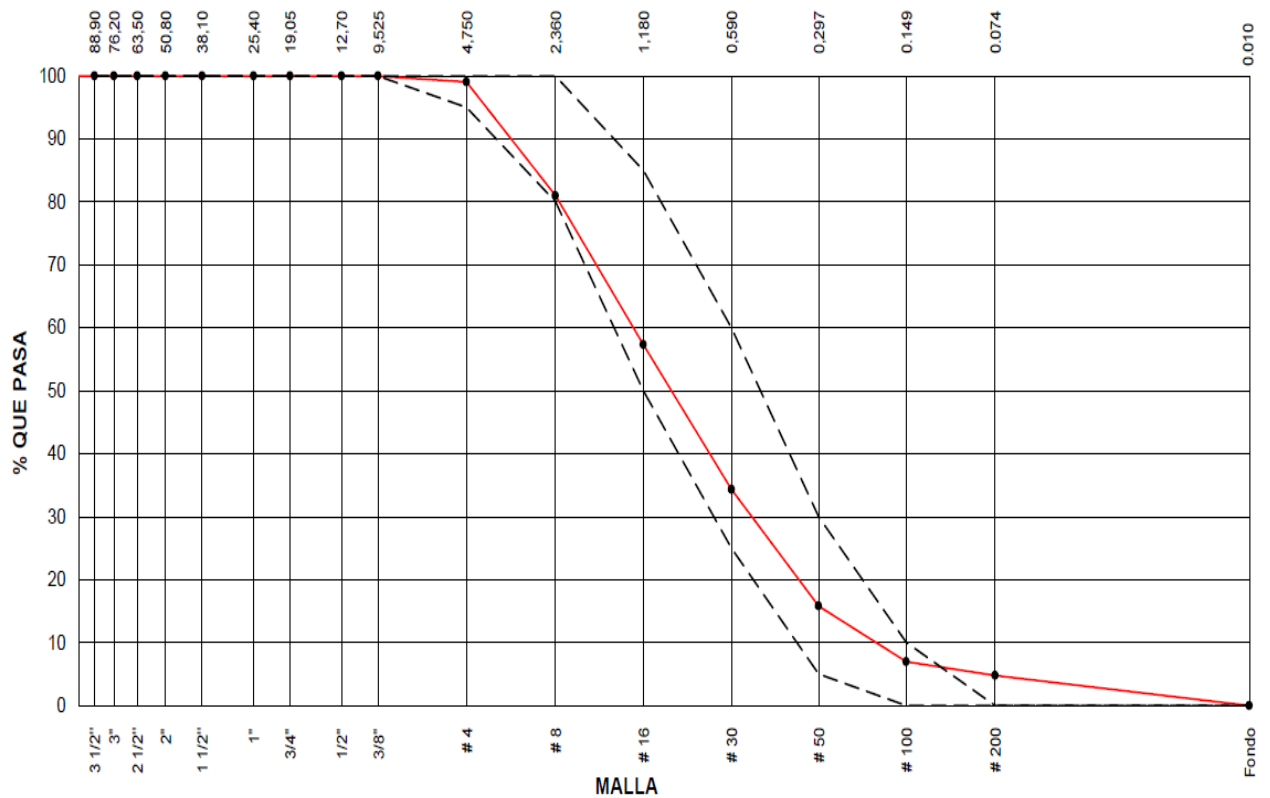


Figura 3. Curva Granulométrica del agregado fino. Fuente: Adaptacion del laboratorio CALIDAD, 2018.

3.2.1.2 Módulo de finura del Agregado Fino - NTP 400.012

$$Mf = \frac{\sum \%_{Acum.Ret} (1 \frac{1}{2} + \frac{3}{4} + \frac{3}{8} + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

$$Mf = \frac{0.95 + 19.02 + 42.67 + 65.67 + 84.20 + 93.04}{100}$$

Tabla 9. Módulo de finura del Agregado Fino

PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	306
MODULO DE FINURA	3.06

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.2.1.3 Contenido de humedad – NTP 339.185

Este ensayo consiste en pesar la tara, luego se llena una porción de la muestra y se procede a pesar: **tara + muestra húmeda**, después se procede a colocar en el horno por 24

horas a una temperatura de 110°C. Después de las 24 horas se retira la muestra del horno para que enfríe y luego obtener el peso seco: **tara + muestra seca** y finalmente en base a la fórmula se obtiene el contenido de humedad.

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{(\text{Peso humedo} - \text{peso seco})}{\text{Peso seco}} * 100$$

Tabla 10. *Contenido de humedad del Agregado Fino*

DESCRIPCION	CANTIDAD
peso de la tara (gr)	123.5
peso de la muestra humeda + peso de la tara (gr)	1123.5
peso de la muestra secada al horno + peso de la tara (gr)	1112.62
contenido de humedad de Agregado Fino (%)	1.1

Fuente: Elaboración propia, 2018.

De acuerdo a la tabala 10, el contenido de humedad para el agregado fino es de 1.1 %, consierando que este dato solo es para el concreto patron.

3.2.1.4 Peso específico de Masa del Agregado Fino y Absorción – NTP 400.021

Tabla 11. *Peso específico del agregado fino*

DESCRIPCION	CANTIDAD
peso en el aire de la muestra secada en el horno (gr)	480.5
volumen del frasco en cm3	1000
peso en gramos o volumen en cm3 de agua añadida al frasco	804.6
peso especifico de masa (Pem) gr.	2.67
peso especifico de masa saturado con superf. seca (PeSSS) gr.	2.69
peso especifico aparente (Pea) gr.	2.71
Absorcion (Ab) %	0.81

Fuente: Elaboración propia, 2018

De acuerdo a la tabala 11, el peso especifico de masa del agregado fino es de 2.67gr y la absorcion es de 0.81%.

3.2.1.5 Peso unitario suelto - NTP 400.017

Tabla 12. *Peso unitario suelto del agregado fino*

DESCRIPCION	ESPECIMENES		
	1	2	3
peso del recipiente (Kg)	4.802	4.802	4.802
peso del agregado suelto + recipiente (Kg.)	19.174	19.25	19.38
volumen del recipiente (m3)	0.00896	0.00896	0.00896
peso unitario suelto(Kg/m3)	1536.2	1535.1	1534.8
peso unitario suelto promedio (Kg/m3)	1535		

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.2.1.6 Peso unitario compactado - NTP 400.017

Tabla 13. *Peso unitario compactado del agregado fino*

DESCRIPCION	ESPECIMENES		
	1	2	3
peso del recipiente (Kg)	4.802	4.802	4.802
peso del agregado compactado+ recipiente (Kg.)	19.174	19.25	19.38
volumen del recipiente (m3)	0.00896	0.00896	0.00896
peso unitario suelto(Kg/m3)	1759.3	1759.1	1758.8
peso unitario suelto promedio (Kg/m3)	1759		

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.2.1.7 Pasante malla N° 200 - NTP 400.018

Tabla 14. *Porcentaje del material más fino que pasan la malla # 200*

DESCRIPCION	CANTIDAD
Peso de la muestra original (gr)	2500
Peso seco de la muestra ensaya (gr)	2445
Porcentaje del material mas fino que pasa por el tamiz normalizado de 75 um (200) por via humeda (%)	4.8

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.2.2 Propiedades físicas del Agregado Grueso

3.2.2.1 Granulometría - NTP 400.012

Primero se cuarteo la muestra del agregado grueso, para obtener la porción más pequeña, luego se procedió a realizar el tamizado obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 15. *Resultados de granulometría del Agregado Fino*

AGREGADO GRUESO USO # 67							
MALLA		PESO RET.(gr)	PESO RET.(%)	PESO RET. ACUM.(gr)	% PASA ACUM.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.6 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.9 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	25.00	0.80	0.80	99.20	90.00	100.00
1/2"	12.70 mm	1356.00	43.25	44.05	55.95	50.00	79.00
3/8"	9.53 mm	1020.00	32.53	76.58	23.42	20.00	55.00
# 4	4.75 mm	625.00	19.93	96.51	3.49	0.00	10.00
# 8	2.36 mm	85.00	2.71	99.22	0.78	0.00	5.00
# 16	1.18 mm	0.00	0.00	99.22	0.78	0.00	0.00
# 30	0.59 mm	0.00	0.00	99.22	0.78	0.00	0.00
# 50	0.30 mm	0.00	0.00	99.22	0.78	0.00	0.00
# 100	0.15 mm	0.00	0.00	99.22	0.78	0.00	0.00
# 200	0.07 mm	19.00	0.61	99.83	0.17	0.00	0.00
FONDO	0.01 mm	5.40	0.17	100.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL		3135.40	100.00				

Fuente: Adaptacion del laboratorio CALYDAT, 2018.

Se puede apreciar de la tabla N° 15, que el mayor peso retenido del agregado grueso se da en la malla 1/2" con 1356 gr. Luego se realizó un gráfico de la curva granulométrica de donde se determina que el tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 1/2", también se verificó que el agregado está dentro de los parámetros establecidos por el ASTM, tanto por límite inferior y superior.

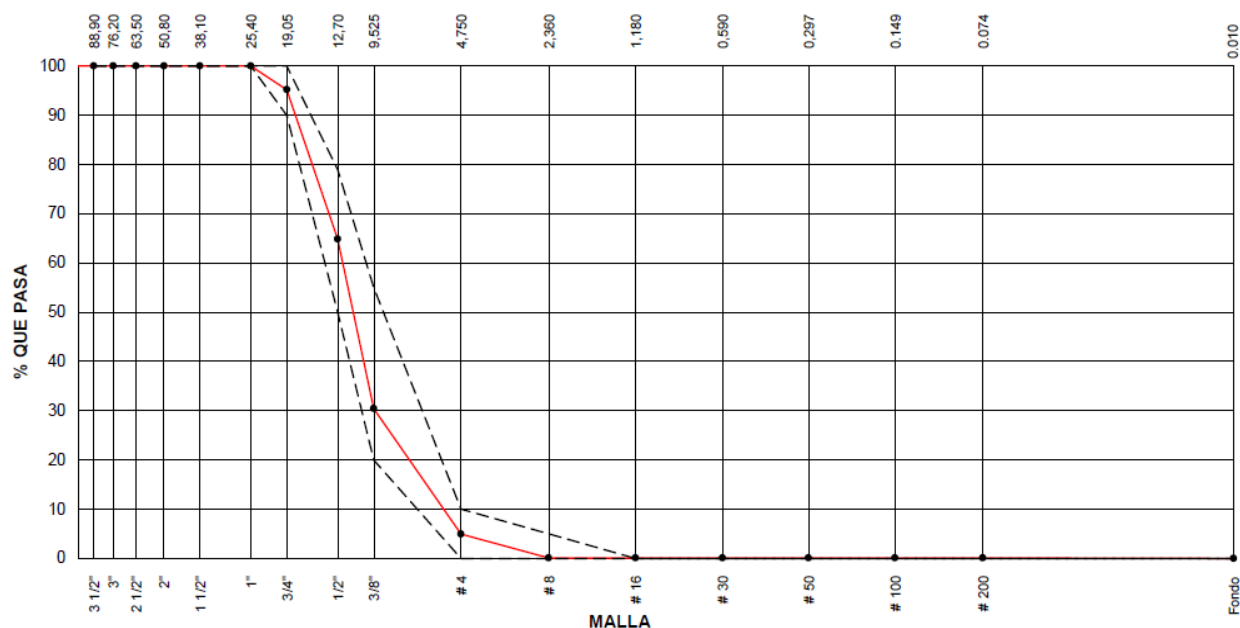


Figura 4. Curva Granulométrica del agregado Grueso. Fuente: Adaptacion del laboratorio CALYDAT, 2018.

3.2.2.2 Módulo de finura del Agregado Grueso - NTP 400.012

Tabla 16. *Módulo de finura del Agregado Grueso*

PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	669
MODULO DE FINURA	6.69

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.2.2.3 Tamaño máximo y TMN

Tabla 17. *Tamaño máximo nominal del A.G.*

DESCRIPCION	MEDIDA
TAMAÑO MAXIMO	3/4"
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	1/2"

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.2.2.4 Contenido de humedad del Agregado Grueso – NTP 339.185

Consistió primero en pesar la tara, luego se llenó una porción de la muestra y se procede a pesar: TARA + MUESTRA HÚMEDA, después se procede a colocar en el horno por 24 horas a una temperatura de 110°C. Pasado las 24 horas se retira la muestra

del horno esperando que enfríe para obtener el peso seco: TARA + MUESTRA SECA y para finalizar este ensayo se aplica la formula.

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{(\text{Peso humedo} - \text{peso seco})}{\text{Peso seco}} * 100$$

Tabla 18. *Contenido de humedad del Agregado Grueso*

DESCRIPCION	CANTIDAD
peso de la tara (gr)	423.5
peso de la muestra humeda + peso de la tara (gr)	5423.5
peso de la muestra secada al horno + peso de la tara (gr)	5406.06
contenido de humedad de Agregado Grueso (%)	0.35

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.2.2.5 Peso específico de Masa del Agregado Grueso y Absorción – NTP 400.022

Tabla 19. *Peso específico del agregado Grueso*

DESCRIPCION	CANTIDAD
peso en el aire de la muestra seca (gr)	3000
peso en el aire de la muestra saturada con superf. seca (gr)	3259.7
peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr)	1830.6
P. específico de Masa seco (gr/cm3)	2.71
P. específico de Masa SSS (gr/cm3)	2.73
P. especif. de Masa Aparente (gr.)	2.76
Absorcion (Ab) %	0.56

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.2.2.6 Peso unitario suelto - NTP 400.017

Tabla 20. *Peso unitario suelto del agregado Grueso*

DESCRIPCION	ESPECIMENES		
	1	2	3
peso del recipiente (Kg)	4.802	4.802	4.802
peso del agregado suelto + recipiente (Kg.)	19.174	19.25	19.38
volumen del recipiente (m3)	0.00896	0.00896	0.00896
peso unitario suelto(Kg/m3)	1630.33	1630.65	1630.02
peso unitario suelto promedio (Kg/m3)	1630		

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.2.2.7 Peso unitario compactado - NTP 400.017

Tabla 21. *Peso unitario compactado del agregado Grueso*

DESCRIPCION	ESPECIMENES		
	1	2	3
peso del recipiente (Kg)	4.802	4.802	4.802
peso del agregado compactado+ recipiente (Kg.)	19.174	19.25	19.38
volumen del recipiente (m3)	0.00896	0.00896	0.00896
peso unitario compactado (Kg/m3)	1784.3	1784.1	1784.8
peso unitario suelto promedio (Kg/m3)	1784		

Fuente:

Elaboración propia, 2018.

3.2.3 Concreto en estado fresco

3.2.3.1 Prueba de Asentamiento o Slump - NTP 339.035

Procedimiento:

En base a la norma N.T.P. 339.035, se procede a realizar el ensayo de asentamiento, primero se humedece el molde y se coloca en una superficie plana, rígida, no absorbente y húmeda, luego colocar el concreto en tres capas, cada una será aproximadamente 1/3 del volumen del molde. Al momento de llenar el concreto en el molde, este se debe realizar en forma uniforme en todo el perímetro del molde para garantizar una distribución óptima del concreto con un mínimo de segregación, además al momento del llenado se debe fijar firmemente pisando las aletas.

Después se procede a varillar cada capa 25 veces uniformemente en toda la sección transversal de cada capa, que en total son 3 capas. En el caso de la primera capa es decir la capa del fondo del molde, se debe inclinar la varilla ligeramente y dar aproximadamente la mitad de los golpes cerca del perímetro.



Figura 5. Ensayo de Asentamiento o Slump. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Al llenar la última capa de concreto, este se debe llenar en exceso de concreto, superando la capacidad del molde antes de empezar a varillar, después del proceso de varillado se debe emparejar la superficie del concreto mediante una varilla lisa, procediendo a enrasar y rodar, y así eliminar todo exceso del molde.

Luego en el proceso también medir el asentamiento de la mezcla, colocando de forma inversa el molde y encima de este la varilla para medir desde este hacia la parte superior de la mezcla que ha tenido un determinado asentamiento. Si se produjera una disconformidad del ensayo, es decir resultados fuera de lo común en el slump del concreto, se procede a desechar la prueba y se realiza un nuevo ensayo tomando otra porción de concreto.

Este proceso se realizó tres veces para cada tipo de concreto, es decir para el concreto patrón, para concreto con 2% de aditivo y un concreto con 3% de adición de aditivo sikacem impermeable, determinando en el proceso distintas medidas de asentamiento para cada tipo, luego se obtiene la información y se calcula el promedio para cada uno. No se realizó un ajuste en el diseño de la mezcla al incorporar el aditivo sikacem impermeable, ya que según recomendaciones de los especialistas de SIKA y en base a su hoja técnica, ya que se busca determinar los efectos que se producen en la propiedad del asentamiento del concreto.



Figura 6. Determinación del Asentamiento o Slump. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 22. Asentamiento del concreto con cemento portland tipo I

TIPO DE CONCRETO	CANTIDAD DE ADITIVO	SLUMP		VALOR PROMEDIO	
		CENTIMET.	PULGADAS	CENTIMET.	PULGADAS
CONCRETO PATRON	0%	10.3	4	10.07	3.80
		10.1	3.8		
		9.8	3.6		
CONCRETO CON ADITIVO 2%	2%	13.1	5.1	12.73	4.97
		12.3	4.8		
		12.8	5		
CONCRETO CON ADITIVO 3%	3%	15.2	5.9	15.13	5.90
		14.7	5.7		
		15.5	6.1		

Fuente: Elaboración propia, 2018.

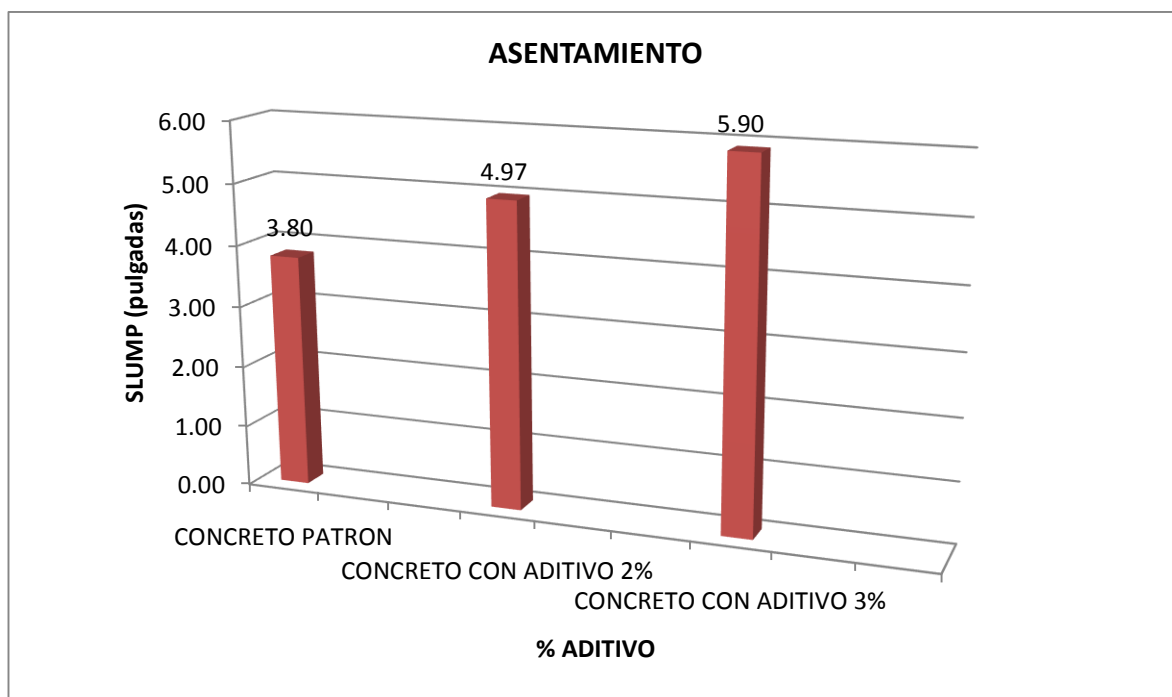


Figura 7. Asentamiento del concreto patrón y con adición de aditivo Sikacem impermeable. Fuente: Elaboración propia, 2018.

De acuerdo a la tabla 22, se observan los valores de asentamiento del concreto fresco que están expresados tanto en pulgadas como en centímetros, estos valores varían de acuerdo al tipo de concreto, pues se tiene concreto patrón con 0% de aditivo, concreto con 2% de adición del aditivo y concreto con 3% de adición de aditivo. Por lo cual tenemos para concreto patrón un asentamiento de 3.8", para 2% de adición 4.97" y para 3% de adición 5.9".

Tabla 23. Valores porcentuales de asentamiento del concreto con cemento portland tipo I

TIPO DE CONCRETO	CANTIDAD DE ADITIVO	VALOR PROMEDIO		VARIACION
		CENTIMET.	PULGADAS	
CONCRETO PATRON	0%	10.07	3.80	100%
CONCRETO CON ADITIVO 2%	2%	12.73	4.97	131%
CONCRETO CON ADITIVO 3%	3%	15.13	5.90	155%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

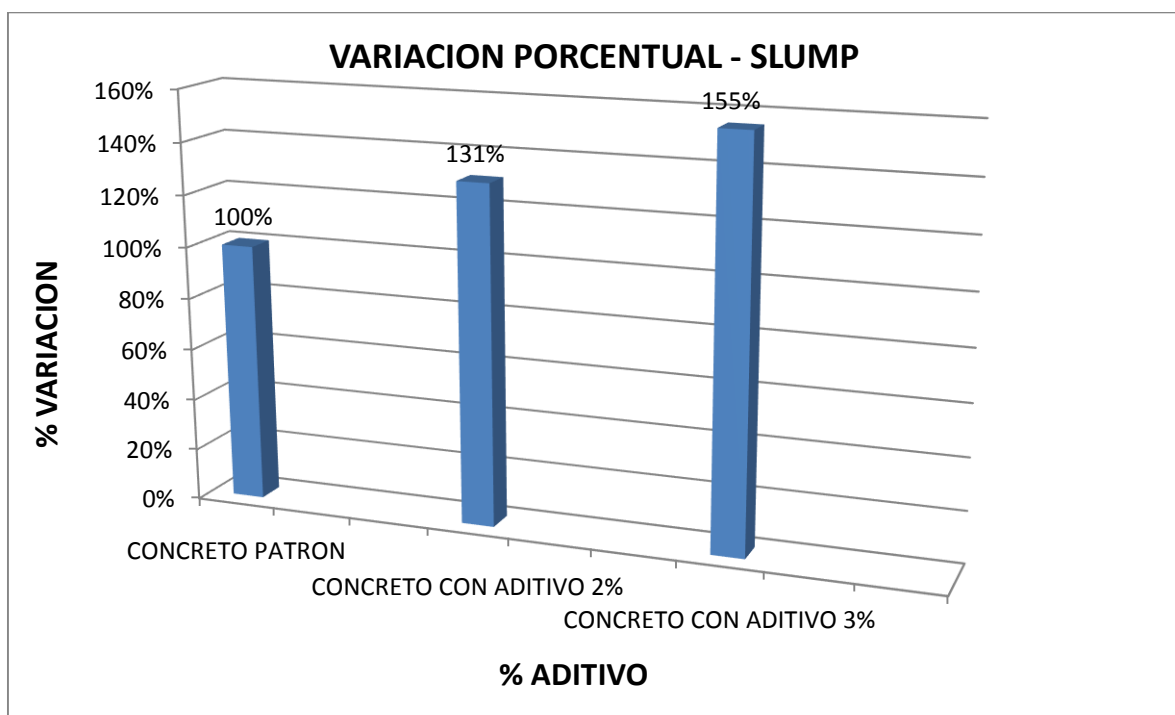


Figura 8. Variación porcentual del Asentamiento del concreto patrón y con adición de aditivo. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Según la tabla 23 y la figura 8, muestran los porcentajes de variación del slump de los concretos con adición de aditivo en referencia al concreto patrón, además se puede observar que el aumento del slump es directamente proporcional al incremento del aditivo, por lo cual el concreto con 2% de aditivo (4.97”), posee un incremento del 31% , para el concreto con 3% de aditivo (5.90”), tiene un incremento del 55% , ambos con respecto al concreto patrón (3.8”).

3.2.3.2 Peso Unitario del Concreto - NTP 339.046

Se define como peso unitario del concreto, al peso varillado o compactado de una parte del concreto que sea representativa. Se representa en kilos por m³.

El ensayo de peso unitario del concreto, consiste en consolidar una porción de concreto en un recipiente normado, para después pesar y dividir el peso entre el volumen del recipiente, la norma que sustenta el presente ensayo es la N.T.P. 339.046.

Según el peso unitario del concreto, estos se clasifican en:

- Concretos livianos: este tipo de concreto son elaborados con agregado grueso natural o artificial, de baja gravedad específica y el rango de peso unitario es de 480 a 1600 kg/m³.
- Concretos normales: el peso unitario de estos tipo de concreto, varían entre: 1700 a 2500 kg/m³.
- Concretos pesados: estos de concretos poseen una gravedad específica alta, ya que pueden llegar a pesar hasta 6000 kg/m³.

Tabla 24. *Peso Unitario de los diferentes tipos de concreto*

TIPO DE CONCRETO	CANTIDAD DE ADITIVO	PESO UNIT.(kg/m ³)	PORCENTAJE	VARIAC.(%)
CONCRETO PATRON	0%	2336	100.00%	0.00%
CONCRETO CON ADITIVO 2%	2%	2346	100.43%	0.43%
CONCRETO CON ADITIVO 3%	3%	2355	100.81%	0.81%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

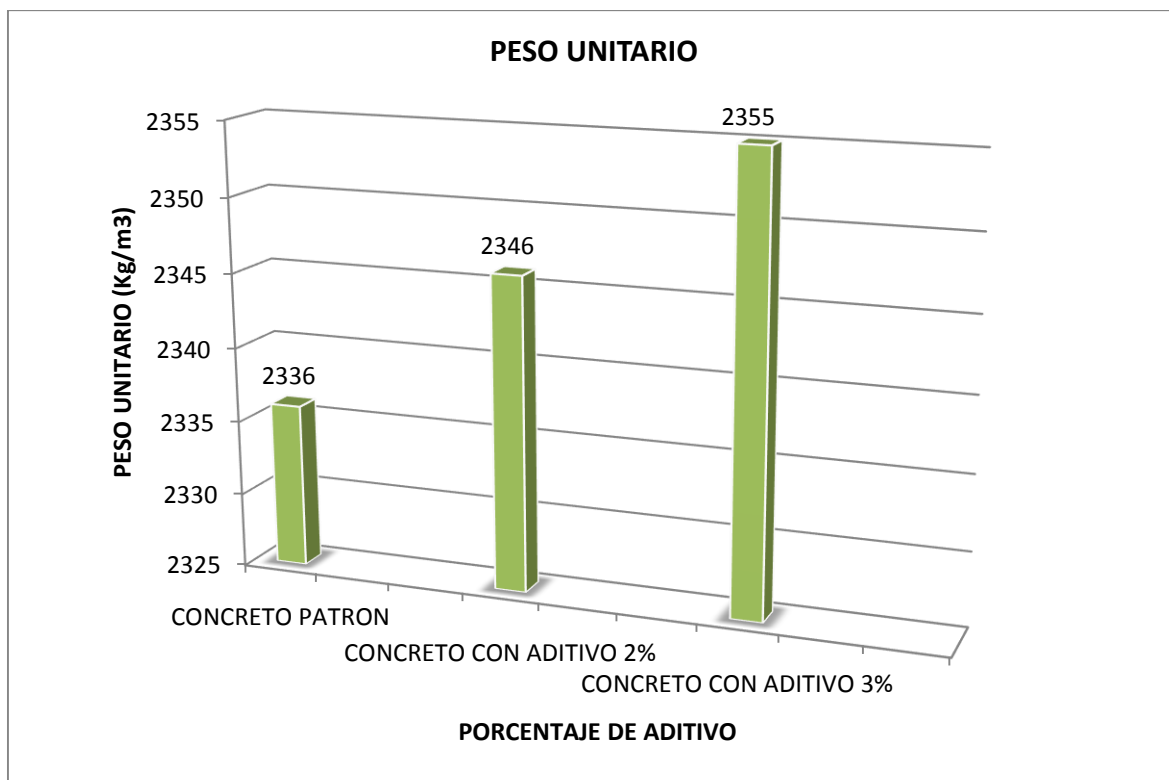


Figura 9. Peso Unitario de concreto patrón y con adición de aditivo Sikacem impermeable.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

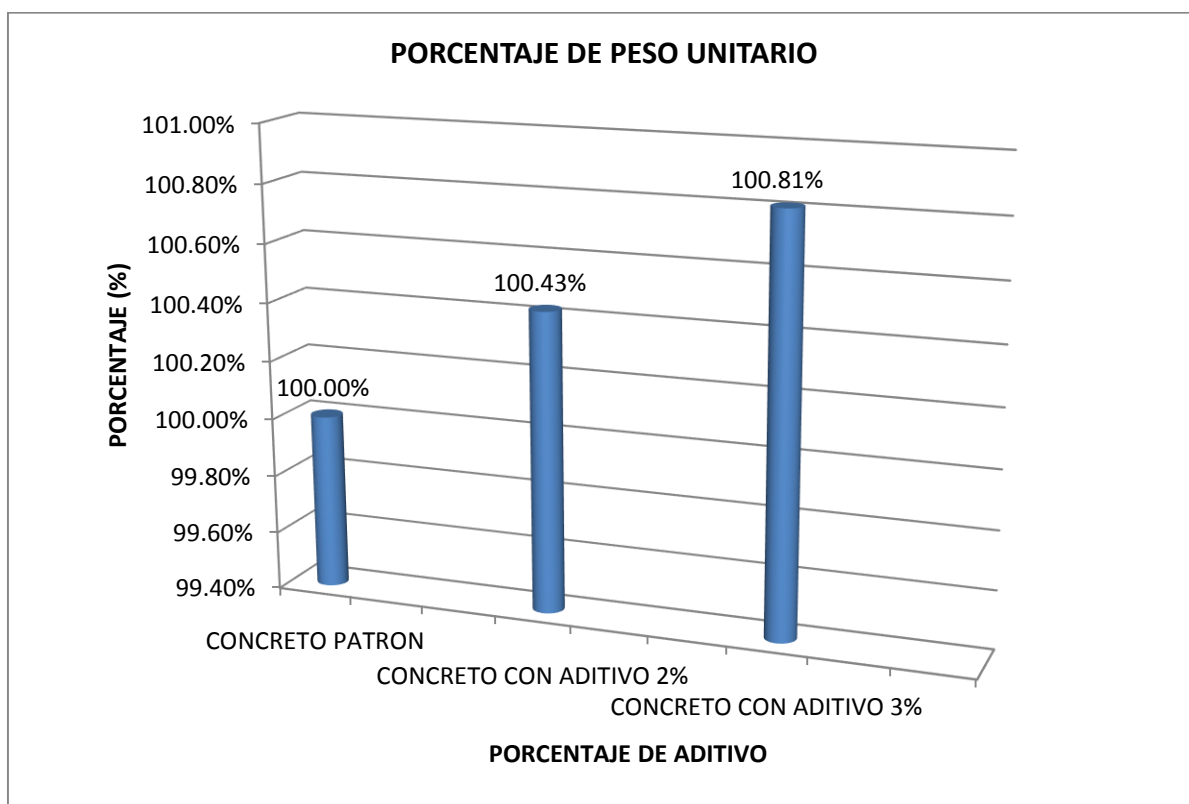


Figura 10. Variación porcentual del Peso Unitario del concreto patrón y con adición de aditivo. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Según la tabla 24 y la figura 9, se observan los valores de Peso unitario del concreto patrón y los concretos con adición de 2% y 3% de aditivo, estos valores varían de acuerdo al tipo de concreto, por lo cual tenemos para concreto patrón un peso unitario de 2336 kg/m³, para 2% de adición 2346 kg/m³ y para 3% de adición 2355 kg/m³.

Adicionalmente se verifica a partir de la figura 10, que el peso unitario del concreto se incrementa levemente a medida que se incrementa la adición del aditivo, por lo tanto se infiere que son dimensiones directamente proporcionales, ya que el concreto con 2% de aditivo varía en 0.43% con respecto al patrón y el concreto con 3% varía en 0.81%.

3.2.4 Concreto en estado endurecido

3.2.4.1 Ensayo de Resistencia a la Compresión

Se realizó el ensayo para 4 edades distintas, es decir para 7, 14, 21 y 28 días, por cada edad se ensayaron 3 probetas patrón, ya que según NTP E0.60, se necesitan por lo menos 3 probetas y luego sacar un promedio.

Con respecto al procedimiento del ensayo se tomó en cuenta la NTP 339.034, donde indica el procedimiento como realizar el ensayo normalizado para determinar la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas, el cual plantea que:

Los ensayos de compresión de especímenes curados en húmedo serán ensayados inmediatamente luego de retirarlos del almacenaje. Los cilindros serán protegidos de la pérdida de humedad por algún método conveniente durante el periodo entre el retiro del almacenaje de humedad y el ensayo. Dichos especímenes serán ensayados en condiciones húmedas para luego ser fracturados dentro del tiempo establecido en la norma citada.

Se debe mencionar que cada probeta se ensayó teniendo en cuenta el tiempo de curado necesario, además se tomó nota en las fichas validadas de toda la información de cada espécimen como es el ancho, el largo, el área, la carga máxima que soporta, la resistencia que alcanza y el tipo de fractura que se ocasiona luego del ensayo, todo ello se toma en cuenta para tener un control más minucioso de cada espécimen y poder generar un resultado que esté de acuerdo a la realidad.

3.2.4.1.1 Ensayo de Resistencia a la Compresión del concreto Patrón

Tabla 25. Ensayo de Resistencia a la Compresión de concreto Patrón

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO								
DESCRIPCION	EDAD DE ENSAYO	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	CARGA MAX. (Kg)	RESIST. OBT.(Kg/cm ²)	RESIST. PROM.(Kg/cm ²)
ESP - 1	7 DIAS	9.98	20.10	78.23	Tipo 2	21975	279	297.67
ESP - 2		10.05	19.95	79.33	Tipo 3	23309	296	
ESP - 3		10.02	20.10	78.85	Tipo 3	25042	318	
ESP - 4	14 DIAS	10.00	20.00	78.54	Tipo 3	28159	359	366.67
ESP - 5		10.02	20.10	78.85	Tipo 5	32308	371	
ESP - 6		10.05	20.05	79.33	Tipo 3	29247	370	
ESP - 7	21 DIAS	10.00	20.00	78.54	Tipo 3	34608	391	385.00
ESP - 8		10.03	20.00	79.01	Tipo 5	29699	378	
ESP - 9		10.05	20.04	79.33	Tipo 5	31972	386	
ESP - 10	28 DIAS	10.00	20.02	78.54	Tipo 6	32208	409	404.67
ESP - 11		10.02	20.00	78.85	Tipo 3	33320	413	
ESP - 12		10.01	20.05	78.70	Tipo 5	31894	392	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

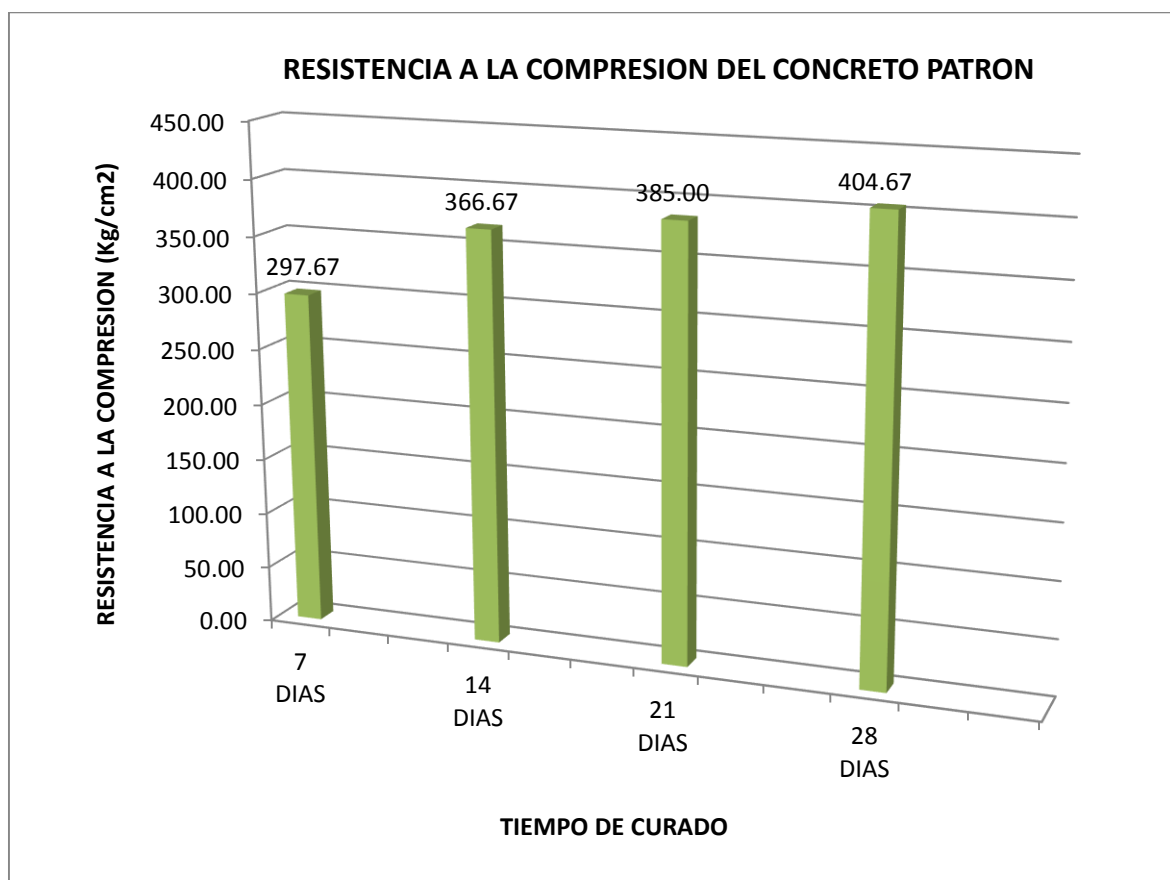


Figura 11. Resistencia a la compresión del concreto patrón en cada periodo de curado.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Según la tabla 25 y la figura 11, muestra que la resistencia a la compresión del concreto patrón aumenta en referencia al tiempo de curado, ya que a los 7 días de curado el concreto logra una resistencia promedio de f'_{cr} : 297.67 kg/cm², a los 14 días de curado alcanza un f'_{cr} : 366.67 kg/cm², a los 21 días alcanza un f'_{cr} : 385 kg/cm² y a los 28 días logra un f'_{cr} : 404 kg/cm².

De acuerdo a la figura 11, podemos notar que la resistencia a la compresión del concreto aumenta a medida que el tiempo de curado también aumenta, por lo cual se puede inferir que las dos dimensiones son directamente proporcionales. También se muestra que la resistencia a la compresión a los 14 días supera levemente su 100%, ya que este diseño se realizó para un f'_{cr} : 364 kg/cm², es decir 280 kg/cm² más una cantidad de 84 kg/cm² por tema de desviación estándar.

Por lo cual se deduce, que para 7 días el concreto alcanza un 80% de la resistencia requerida, para los 14 días alcanza 100% de la resistencia requerida, para los 21 días alcanza 105% de la resistencia requerida y para los 28 días alcanza 110% de la resistencia requerida.

3.2.4.1.2 Ensayo de Resistencia a la Compresión del concreto con 2% de aditivo

Tabla 26. *Ensayo de Resistencia a la Compresión de concreto con 2% de aditivo impermeabilizante*

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO								
DESCRIPCION	EDAD DE ENSAYO	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	CARGA MAX. (Kg)	RESIST. OBT.(Kg/cm ²)	RESIST. PROM.(Kg/cm ²)
ESP - 13	7 DIAS	10.05	20.05	79.33	Tipo 3	26934	343	338.67
ESP - 14		10.03	20.00	79.01	Tipo 3	27483	350	
ESP - 15		9.98	20.00	78.23	Tipo 5	25363	323	
ESP - 16	14 DIAS	10.00	20.04	78.54	Tipo 3	27432	349	372.00
ESP - 17		10.00	20.00	78.54	Tipo 5	30241	385	
ESP - 18		10.05	20.10	79.33	Tipo 3	30022	382	
ESP - 19	21 DIAS	9.97	19.95	78.07	Tipo 3	28241	380	389.33
ESP - 20		10.00	20.00	78.54	Tipo 5	30679	391	
ESP - 21		10.02	20.03	78.85	Tipo 4	31174	397	
ESP - 22	28 DIAS	10.05	20.04	79.33	Tipo 5	30625	391	405.33
ESP - 23		10.00	20.02	78.54	Tipo 4	31802	405	
ESP - 24		10.00	20.00	78.54	Tipo 4	32980	420	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

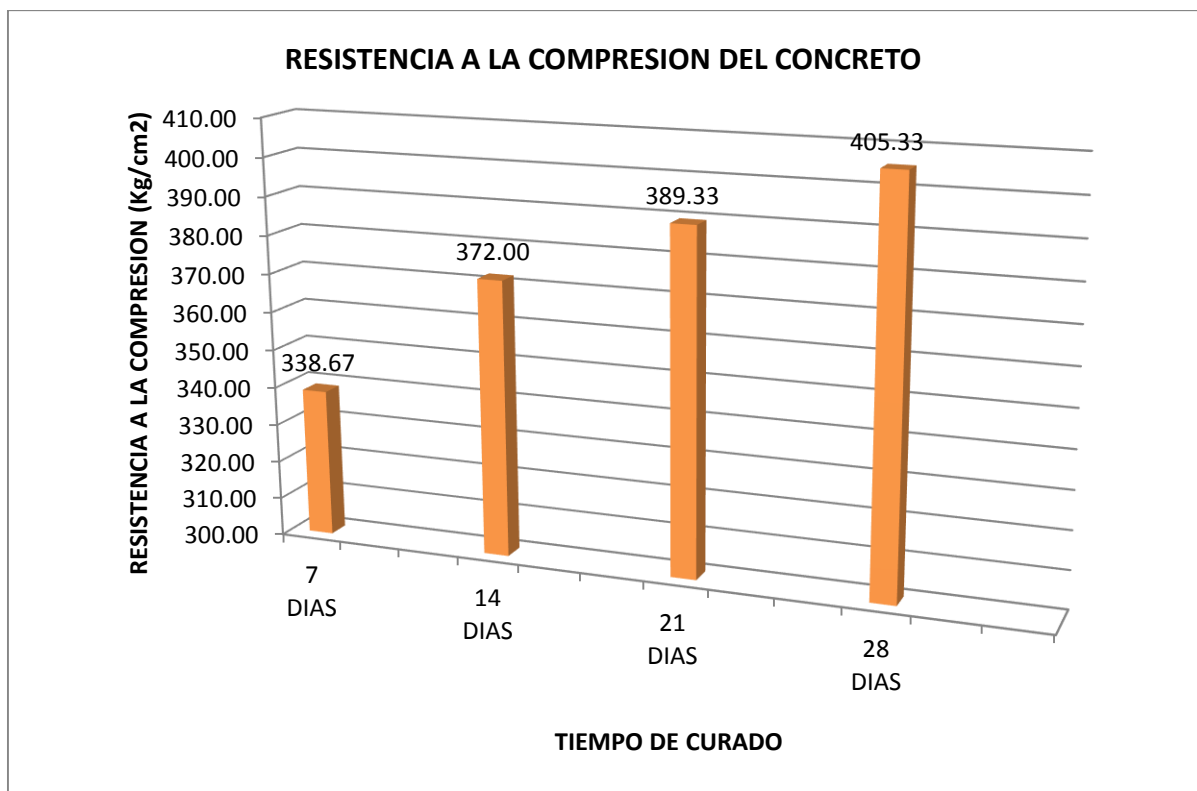


Figura 12. Resistencia a la compresión del concreto con 2% de aditivo en cada periodo de curado. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Según la tabla 26 y la figura 12, muestra que la resistencia a la compresión del concreto con adición de 2% de aditivo aumenta en referencia al tiempo de curado, ya que a los 7 días de curado el concreto logra un resistencia promedio de f'_{cr} : 338.67 kg/cm², a los 14 días de curado alcanza un f'_{cr} : 372 kg/cm², a los 21 días alcanza un f'_{cr} : 389.33 kg/cm² y a los 28 días logra un f'_{cr} : 405.33 kg/cm².

De acuerdo a la figura 12, podemos notar que la resistencia a la compresión del concreto aumenta a medida que el tiempo de curado también aumenta, por lo cual se puede inferir que las dos dimensiones son directamente proporcionales. También se muestra que la resistencia a la compresión a los 14 días supera el 100%, ya que este diseño se realizó para un f'_{cr} : 364 kg/cm², es decir 280 kg/cm² más una cantidad de 84 kg/cm² por tema de desviación estándar.

Por lo cual se deduce, que para 7 días el concreto alcanza un 90% de la resistencia requerida, para los 14 días alcanza 102% de la resistencia requerida, para los 21 días alcanza 107% de la resistencia requerida y para los 28 días alcanza 111% de la resistencia requerida.

3.2.4.1.3 Ensayo de Resistencia a la Compresión del concreto con 3% de aditivo

Tabla 27. *Ensayo de Resistencia a la Compresión de concreto con 3% de aditivo impermeabilizante*

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO								
DESCRIPCION	EDAD DE ENSAYO	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	CARGA MAX. (Kg)	RESIST. OBT.(Kg/cm ²)	RESIST. PROM.(Kg/cm ²)
ESP - 25	7 DIAS	10.05	20.00	79.33	Tipo 3	29684	378	347.33
ESP - 26		10.00	20.00	78.54	Tipo 5	26428	336	
ESP - 27		10.02	20.20	78.85	Tipo 3	25786	328	
ESP - 28	14 DIAS	10.00	20.05	78.54	Tipo 5	33060	395	391.67
ESP - 29		9.98	20.05	78.23	Tipo 5	31785	405	
ESP - 30		10.02	20.00	78.85	Tipo 5	31254	375	
ESP - 31	21 DIAS	10.00	20.03	78.54	Tipo 3	32709	416	411.00
ESP - 32		10.02	19.98	78.85	Tipo 5	36075	436	
ESP - 33		10.01	20.00	78.70	Tipo 5	29902	381	
ESP - 34	28 DIAS	10.00	20.03	78.54	Tipo 5	32890	419	417.33
ESP - 35		9.98	20.00	78.23	Tipo 4	35474	412	
ESP - 36		10.00	20.02	78.54	Tipo 4	33050	421	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

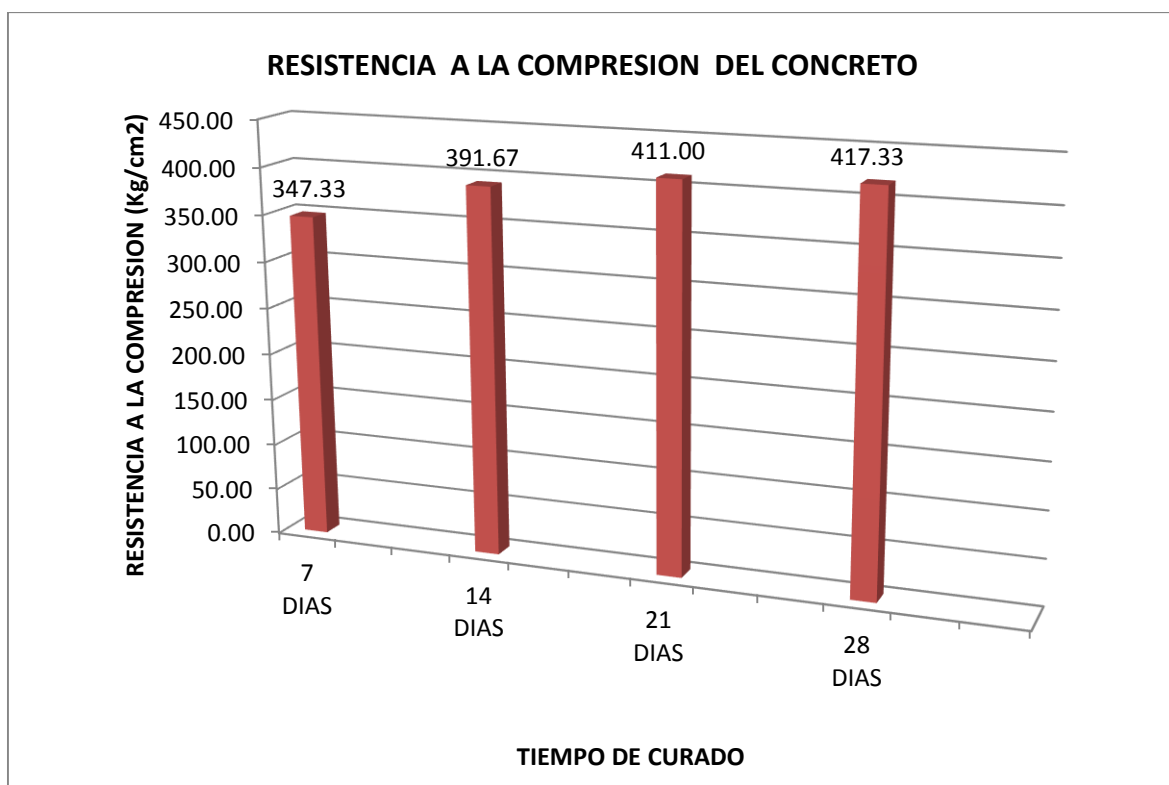


Figura 13. Resistencia a la compresión del concreto con 3% de aditivo en cada periodo de curado. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Según la tabla 27 y la figura 13, muestra que la resistencia a la compresión del concreto con adición de 3% de aditivo sikacem impermeable aumenta en referencia al tiempo de curado, ya que a los 7 días de curado el concreto logra un resistencia promedio de f'_{cr} : 347.33 kg/cm², a los 14 días de curado alcanza un f'_{cr} : 391.67 kg/cm², a los 21 días alcanza un f'_{cr} : 411.33 kg/cm² y a los 28 días logra un f'_{cr} : 417.33 kg/cm².

De acuerdo a la figura 13, podemos notar que la resistencia a la compresión del concreto aumenta a medida que el tiempo de curado también aumenta, por lo cual se puede inferir que las dos dimensiones son directamente proporcionales. También se muestra que la resistencia a la compresión a los 14 días supera el 100%, ya que este diseño se realizó para un f'_{cr} : 364 kg/cm², es decir 280 kg/cm² más una cantidad de 84 kg/cm² por tema de desviación estándar.

En consecuencia se deduce, que para 7 días el concreto alcanza un 95% de la resistencia requerida, para los 14 días alcanza 107% de la resistencia requerida, para los 21 días alcanza 112% de la resistencia requerida y para los 28 días alcanzo 115% de la resistencia requerida.

3.2.4.1.4 Comparación de la resistencia a la compresión a los 7 días de curado.

Tabla 28. *Resultados finales del ensayo de resistencia a la compresión del concreto para los 7 días de curado.*

TIPO DE CONCRETO	RESIST. PROM.(Kg/cm ²)
CONCRETO PATRON	297.67
CONCRETO CON ADITIVO 2%	338.67
CONCRETO CON ADITIVO 3%	347.33

Fuente: Elaboración propia, 2018.

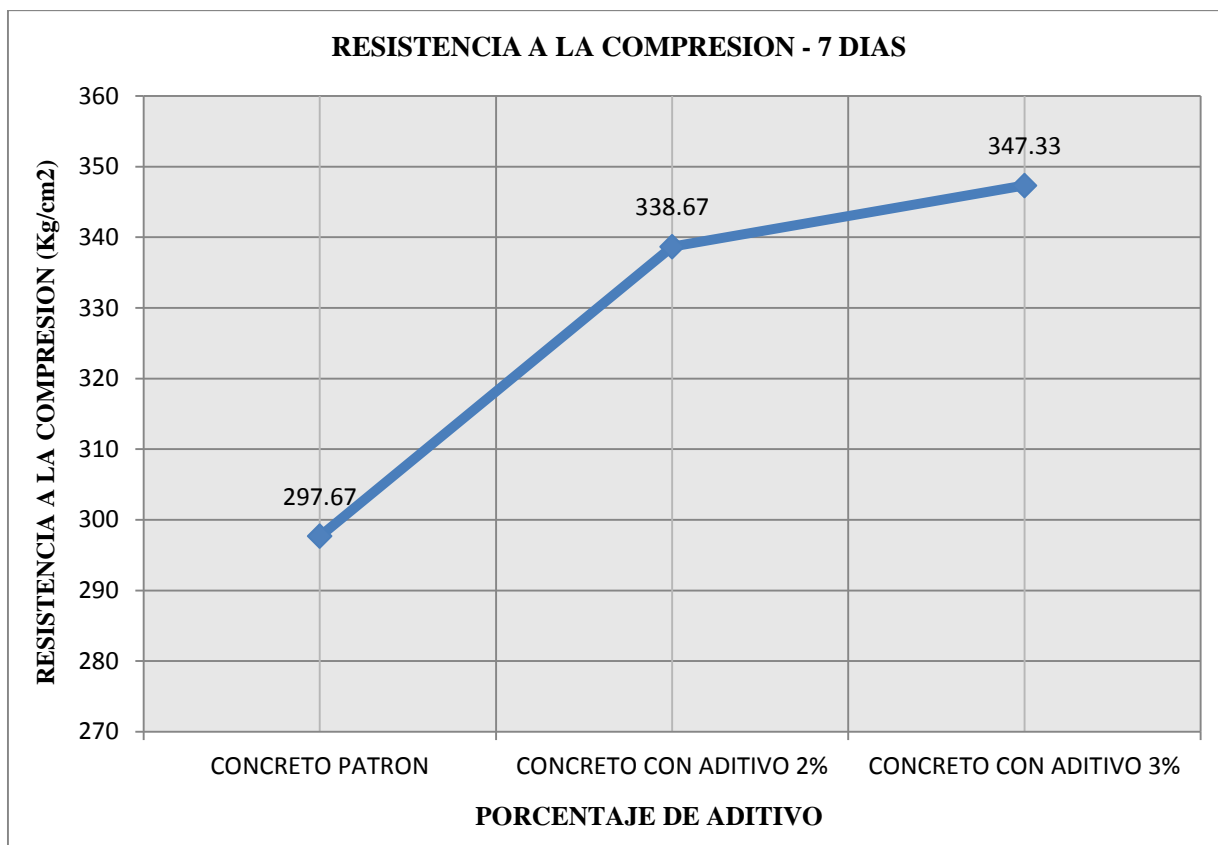


Figura 14. Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de curado. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Según ASOCEM , a los 7 días la resistencia del concreto debe ser de 60 % a 65%, de acuerdo a la tabla 28 y la figura 14, se observa que para un concreto patrón alcanza un $f'_{cr}=297.67$ kg/cm², que representa un 80 % de la resistencia requerida (364 kg/cm²), entonces se infiere que está fuera de los parámetros, se observa que si adicionamos el 2% de aditivo sikacem impermeable se obtuvo un $f'_{cr}=338.67$ kg/cm² con un 90% superior a lo normado. Al añadirle el 3% el $f'_{cr}=347.33$ kg/cm² con un porcentaje representativo a un 95%, el cual es superior a lo normado.

Tabla 29. Valores porcentuales de Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de curado

TIPO DE CONCRETO	RESIST. PROM.(Kg/cm ²)	PORCENTAJE RESIST. PROM.
CONCRETO PATRON	297.67	100%
CONCRETO CON ADITIVO 2%	338.67	114%
CONCRETO CON ADITIVO 3%	347.33	117%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

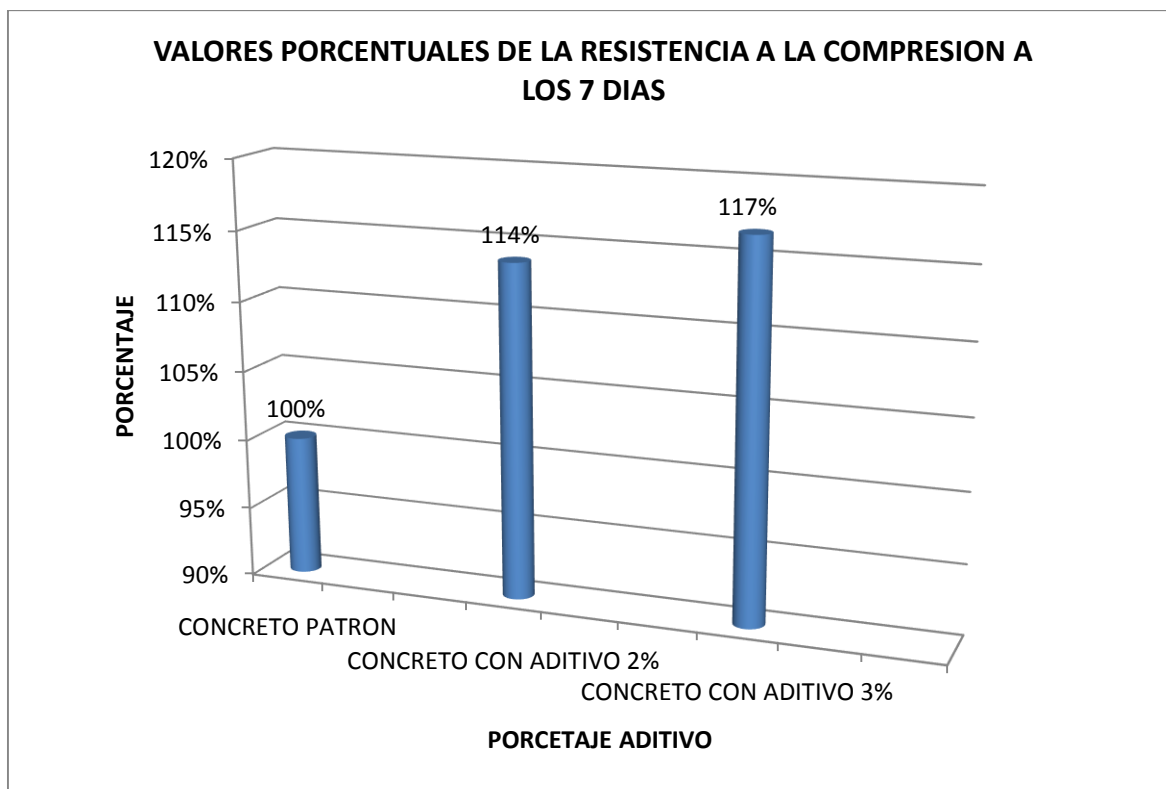


Figura 15. Valores porcentuales de la resistencia a la compresión a los 7 días de curado.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Según la tabla 29 y la figura 15, muestra que el concreto con adición del 2% de aditivo varía en 14% con respecto al concreto patrón, también que el concreto con 3% de aditivo muestra una variación de 17 % con respecto al concreto patrón.

3.2.4.1.5 Comparación de la resistencia a la compresión a los 14 días de curado.

Tabla 30. Resultados finales del ensayo de resistencia a la compresión del concreto para los 14 días de curado.

TIPO DE CONCRETO	RESIST. PROM.(Kg/cm2)
CONCRETO PATRON	366.67
CONCRETO CON ADITIVO 2%	372.00
CONCRETO CON ADITIVO 3%	391.67

Fuente: Elaboración propia, 2018.

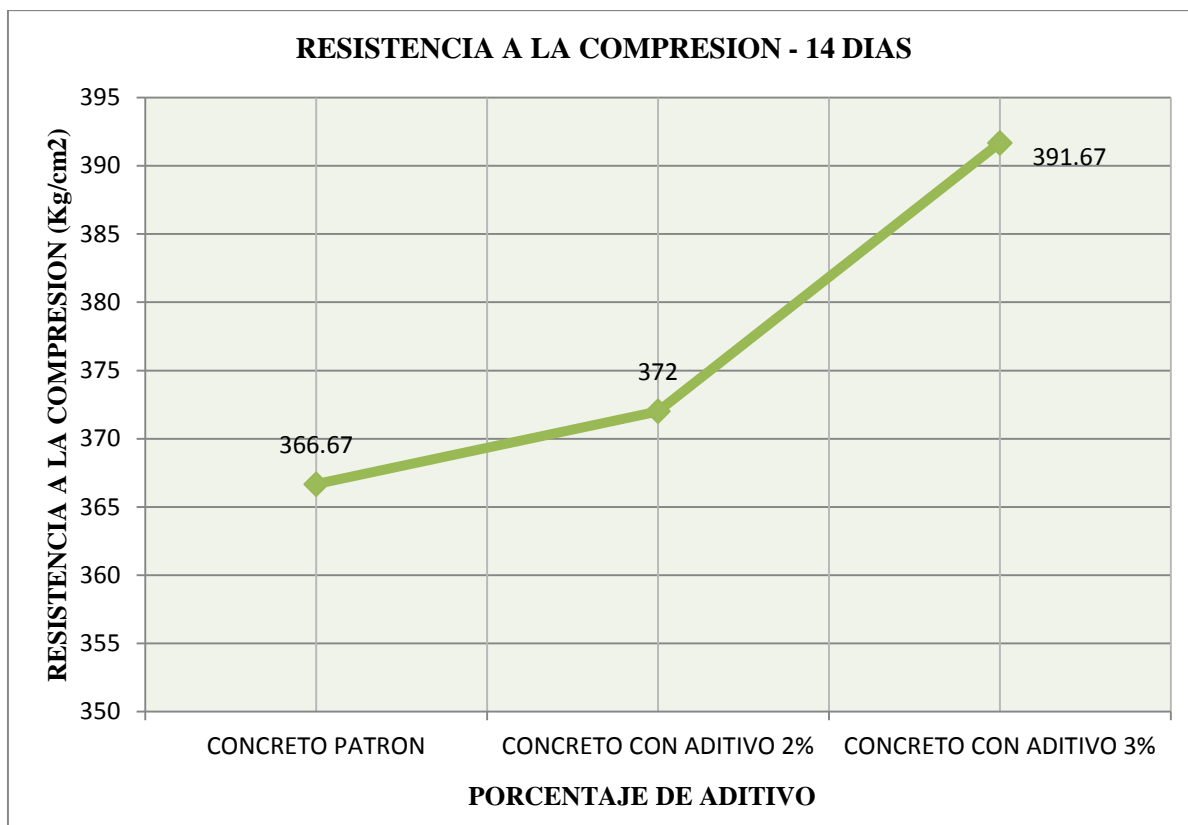


Figura 16. Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de curado. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Según ASOCER, a los 14 días la resistencia del concreto debe ser de 80 % a 90%, de acuerdo a la tabla 30 y la figura 16, se observa que para un concreto patrón alcanza un $f'_{cr}=366.67$ kg/cm², que representa un 100 % de la resistencia requerida (364 kg/cm²), entonces se infiere que está fuera de los parámetros, se observa que si adicionamos el 2% de sikacem impermeable se obtuvo un $f'_{cr}=372.00$ kg/cm² con un 102% superior a lo normado. Al añadirle el 3% el $f'_{cr}=391.67$ kg/cm² con un porcentaje representativo a un 107%, el cual es superior a lo normado.

Tabla 31. Valores porcentuales de Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de curado

TIPO DE CONCRETO	RESIST. PROM.(Kg/cm ²)	PORCENTAJE RESIST. PROM.
CONCRETO PATRON	366.67	100%
CONCRETO CON ADITIVO 2%	372.00	101%
CONCRETO CON ADITIVO 3%	391.67	107%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

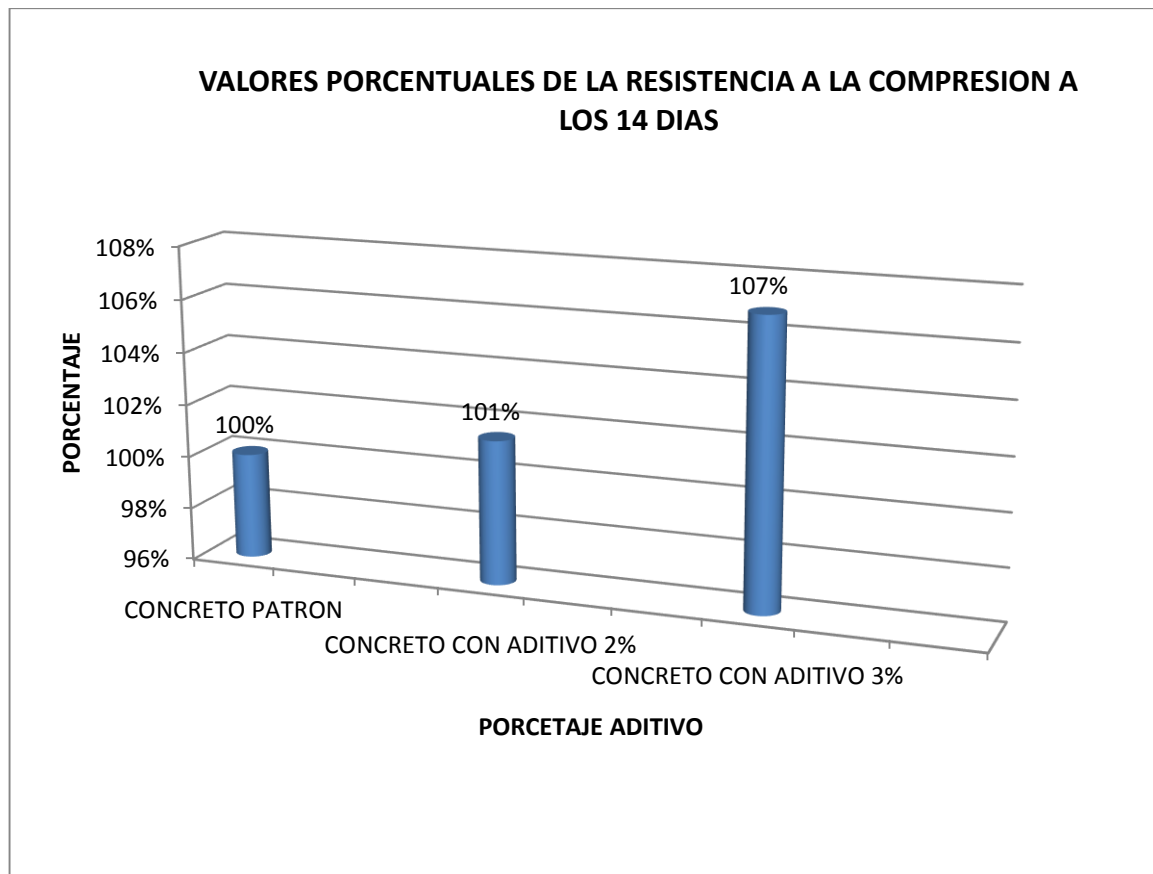


Figura 17. Valores porcentuales de la resistencia a la compresión a los 14 días de curado.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Según la tabla 31 y la figura 17, muestra que el concreto con adición del 2% de aditivo varía en 1% con respecto al concreto patrón, adicionalmente el concreto con 3% de aditivo muestra una variación de 7 % con respecto al concreto patrón.

3.2.4.1.6 Comparación de la resistencia a la compresión a los 21 días de curado.

Tabla 32. Resultados finales del ensayo de resistencia a la compresión del concreto para los 21 días de curado.

TIPO DE CONCRETO	RESIST. PROM.(Kg/cm2)
CONCRETO PATRON	385.00
CONCRETO CON ADITIVO 2%	389.33
CONCRETO CON ADITIVO 3%	411.00

Fuente: Elaboración propia, 2018.

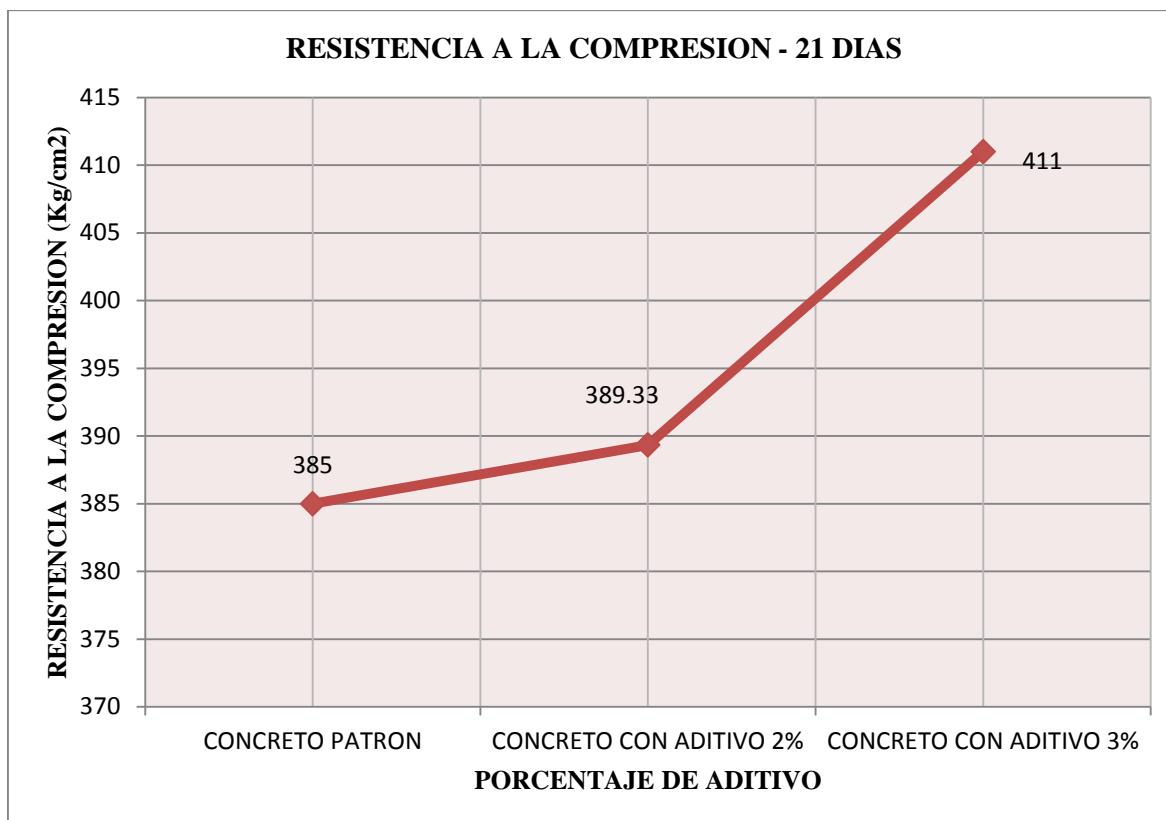


Figura 18. Resistencia a la compresión del concreto a los 21 días de curado. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Según ASOCEM , a los 21 días la resistencia del concreto debe ser de 90 % a 95%, de acuerdo a la tabla 32 y la figura 18, se observa que para un concreto patrón alcanza un $f'_{cr}=385 \text{ kg/cm}^2$, que representa un 105 % de la resistencia requerida (364 kg/cm^2), entonces se infiere que está fuera de los parámetros, se observa que si adicionamos el 2% de sikacem impermeable se obtuvo un $f'_{cr}=389.33 \text{ kg/cm}^2$ con un 107% superior a lo normado. Al añadirle el 3% el $f'_{cr}=411 \text{ kg/cm}^2$ con un porcentaje representativo a un 112%, el cual es superior a lo normado.

Tabla 33. Valores porcentuales de Resistencia a la compresión del concreto a los 21 días de curado

TIPO DE CONCRETO	RESIST. PROM.(Kg/cm²)	PORCENTAJE RESIST. PROM.
CONCRETO PATRON	385.00	100%
CONCRETO CON ADITIVO 2%	389.33	101%
CONCRETO CON ADITIVO 3%	411.00	107%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

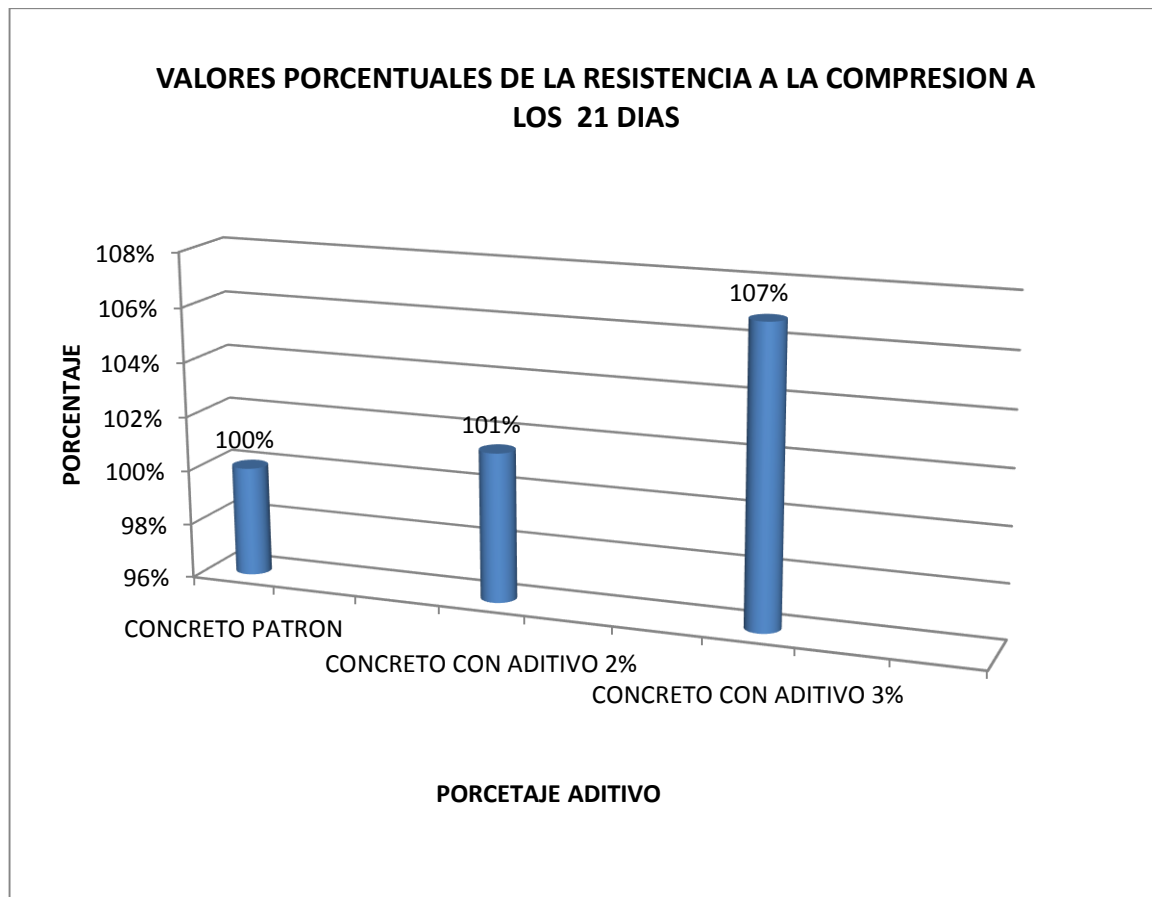


Figura 19. Valores porcentuales de la resistencia a la compresión a los 21 días de curado.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Según la tabla 33 y la figura 19, muestra que el concreto con adición del 2% de aditivo varía en 1% con respecto al concreto patrón, adicionalmente el concreto con 3% de aditivo muestra una variación de 7 % con respecto al concreto patrón.

3.2.4.1.7 Comparación de la resistencia a la compresión a los 28 días de curado.

Tabla 34. Resultados finales del ensayo de resistencia a la compresión del concreto para los 28 días de curado.

TIPO DE CONCRETO	RESIST. PROM.(Kg/cm2)
CONCRETO PATRON	404.67
CONCRETO CON ADITIVO 2%	405.33
CONCRETO CON ADITIVO 3%	417.33

Fuente: Elaboración propia, 2018.

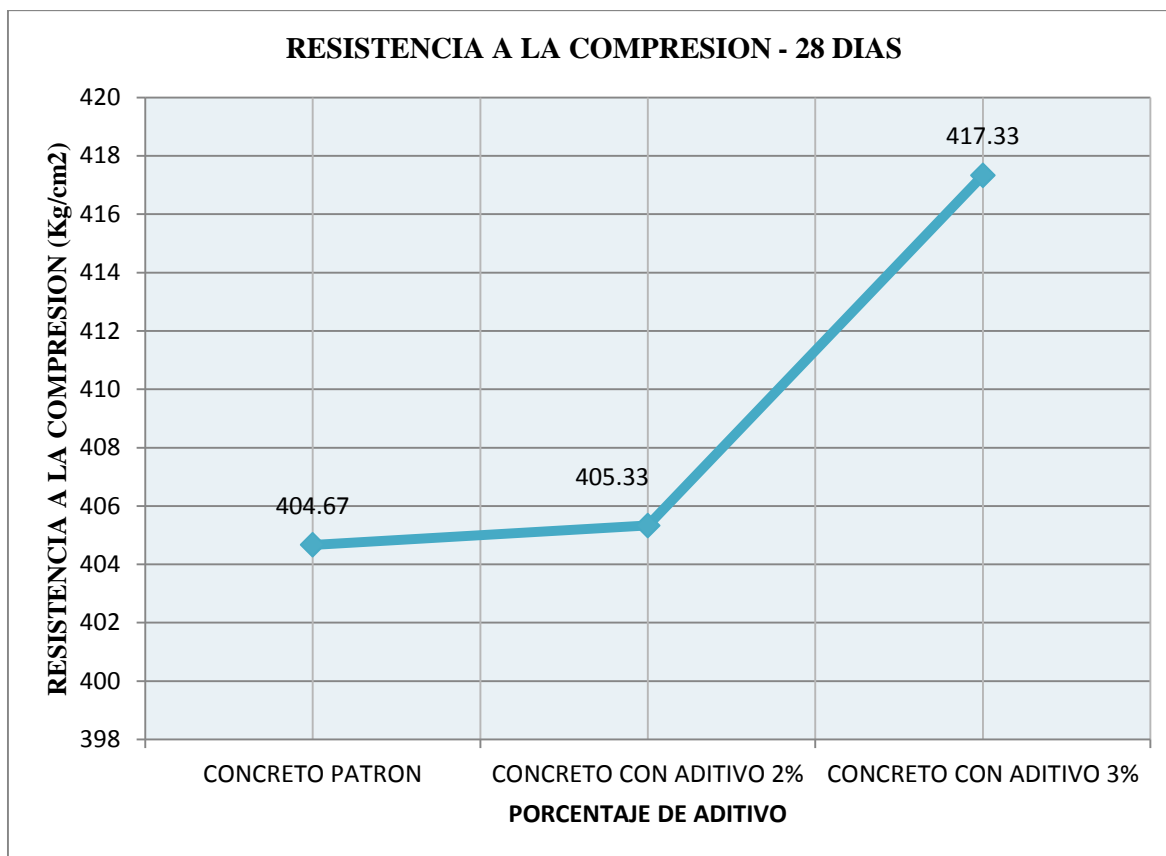


Figura 20. Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Según ASOCEM , a los 28 días la resistencia del concreto debe ser de 100%, de acuerdo a la tabla 34 y la figura 20, se observa que para un concreto patrón alcanza un $f'_{cr}=404.67 \text{ kg/cm}^2$, que representa un 110 % de la resistencia requerida (364 kg/cm^2), por lo que se deduce que está fuera de los parámetros, se observa que si adicionamos el 2% de sikacem impermeable se obtuvo un $f'_{cr}=405.33 \text{ kg/cm}^2$ con un 111% superior a lo normado. Al añadirle el 3% el $f'_{cr}=417.33 \text{ kg/cm}^2$ con un porcentaje representativo a un 115%, el cual es superior a lo normado.

Tabla 35. Valores porcentuales de Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado

TIPO DE CONCRETO	RESIST. PROM.(Kg/cm ²)	PORCENTAJE RESIST. PROM.
CONCRETO PATRON	404.67	100%
CONCRETO CON ADITIVO 2%	405.33	100%
CONCRETO CON ADITIVO 3%	417.33	103%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

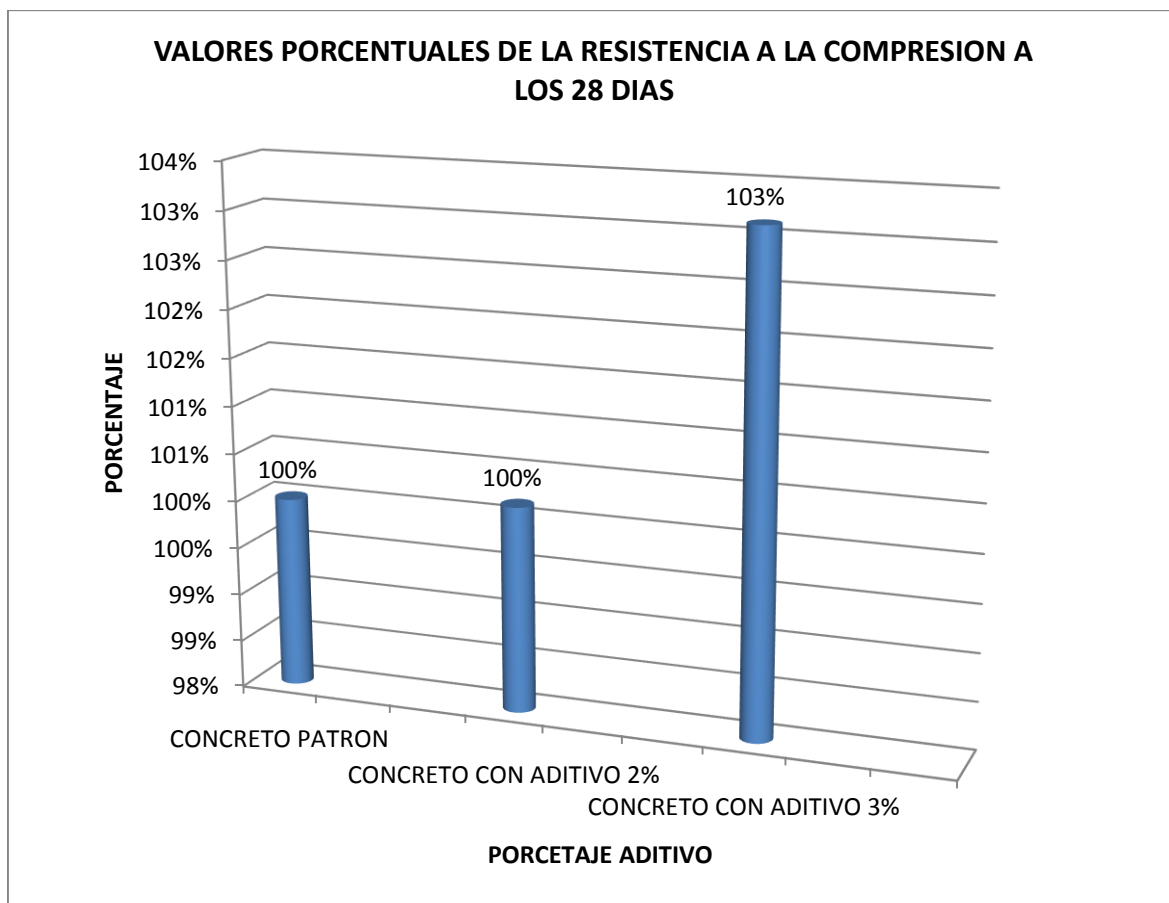


Figura 21. Valores porcentuales de la resistencia a la compresión a los 28 días de curado.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Según la tabla 35 y la figura 21, muestra que el concreto con adición del 2% de aditivo varía en 0% con respecto al concreto patrón, adicionalmente el concreto con 3% de aditivo muestra una variación de 3 % con respecto al concreto patrón. Por lo tanto observamos que la incorporación de aditivo produce una leve variación de la resistencia a la compresión del concreto.

Concluyendo que la adición del aditivo sikacem impermeable no influye negativamente en la resistencia a la compresión del concreto, ya que no minimiza esta propiedad importante, si nomas bien la incrementa levemente, produciéndose así un concreto optimo que alcanza la resistencia la compresión requerida en el diseño. Además se verifica que la mejor dosificación del aditivo con respecto al peso del cemento es la 3% pues genera un concreto con mayor resistencia con respecto al concreto patrón.

3.2.4.1.8 Comparación General de la Resistencia a la Compresión del Concreto

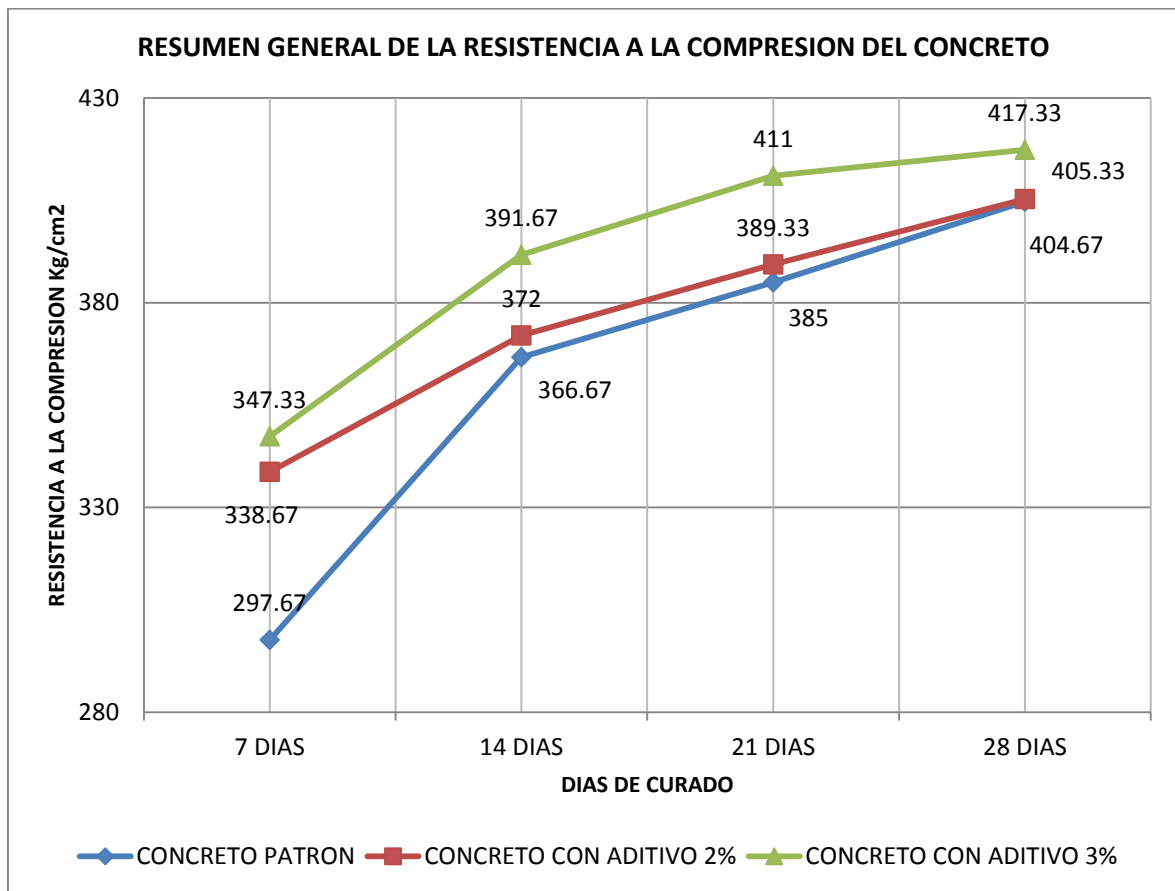


Figura 22. Resumen general de la resistencia a la compresión del concreto. Fuente: Elaboración propia, 2018.

De acuerdo a la figura 22, se puede observar que el concreto con adición de aditivo de 2% y 3% posee un incremento en resistencia a la compresión 14% y 17% respectivamente esto en comparación con el concreto patrón, por lo cual se infiere que la adición del aditivo en el concreto produce un concreto de alta resistencia inicial .

Ahora centrándonos en periodo de tiempo más importante que es a los 28 días, verificamos que el concreto con adición de 2% y 3% no se influyen considerablemente, en el caso del concreto con 3% de aditivo sikacem impermeable la resistencia a la compresión se incrementa en 3%, concluyendo así que la incorporación de este aditivo no es perjudicial para dicha propiedad mencionada, si no que por el contrario la influye levemente.

3.2.4.2 Ensayo de permeabilidad

Para la obtención de los coeficientes de permeabilidad utilizamos la siguiente fórmula:

$$K = \frac{L}{t} \times \frac{a}{A} \times \ln \frac{h_1}{h_2}$$

Dónde:

K: Coeficiente de permeabilidad (m/s).

A: Área de la muestra (m).

a: Área de la tubería de carga(m).

t : Tiempo en segundos que demora en pasar h2-h1

h₁: Altura de agua medida del nivel de referencia (parte superior de la muestra (m).

h₂: Altura de tubería de salida del agua con respecto al nivel de referencia (0.01m).

L: longitud de la muestra

Teniendo las probetas patrón, con adición de 2% y 3% a los 28 días de curado se procede a realizar el ensayo de permeabilidad, con el uso de un permeámetro de carga variable y basándonos en la norma ACI 522-R, la cual brinda conocimientos sobre dicho ensayo como la pautas de cómo realizar el ensayo y finalmente obtener el coeficiente de permeabilidad.

Tabla 36. *Coeficiente de Permeabilidad del concreto Patrón y con adición de aditivo*

ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE CONCRETO						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TIEMPO CURADO	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (x10 ⁻⁸ m/s)	VALOR PROMEDIO (x10 ⁻⁸ m/s)
ESP - 37	0%	28 DIAS	10.05	20.1	3.8905	4.0214
ESP - 38			9.98	20.05	3.8905	
ESP - 39			10.02	20.05	4.2832	
ESP - 40	2%	28 DIAS	10.00	20.00	3.8905	3.3683
ESP - 41			9.98	20.03	3.1072	
ESP - 42			10.02	19.98	3.1072	
ESP - 43	3%	28 DIAS	10.00	20.00	3.1072	2.8469
ESP - 44			10.02	20.03	3.1072	
ESP - 45			10.00	20.00	2.3264	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

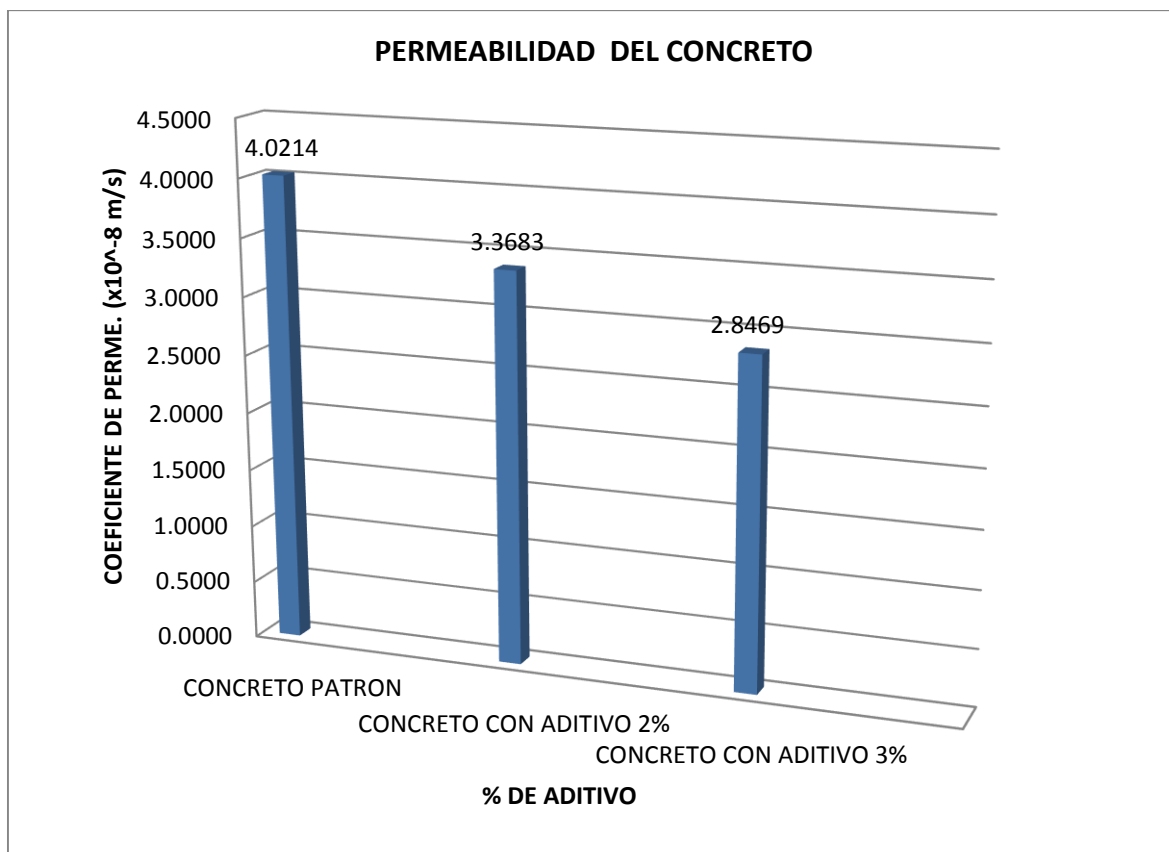


Figura 23. Comparación de coeficiente de permeabilidad del concreto con diferente porcentaje de Aditivo. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Según la tabla 36 y figura 23, muestra la permeabilidad del concreto, en el concreto patrón tenemos un coeficiente de permeabilidad de 4.0214×10^{-8} m/s, para una adición 2% de aditivo al concreto se tiene 3.3683×10^{-8} m/s y con una adición de 3% un coeficiente de 2.8469×10^{-8} m/s. notándose que se disminuye cuando se adiciona mayor cantidad de aditivo.

Tabla 37. Valores porcentuales del coeficiente de permeabilidad, a los 28 días de curado.

% ADITIVO	VALOR PROMEDIO ($\times 10^{-8}$ m/s)	PORCENTAJE DE PERMEABILIDAD	DIFERENCIA CON RESPECTO AL PATRON
0%	4.02140	100%	0
2%	3.36830	84%	16%
3%	2.84693	71%	29%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

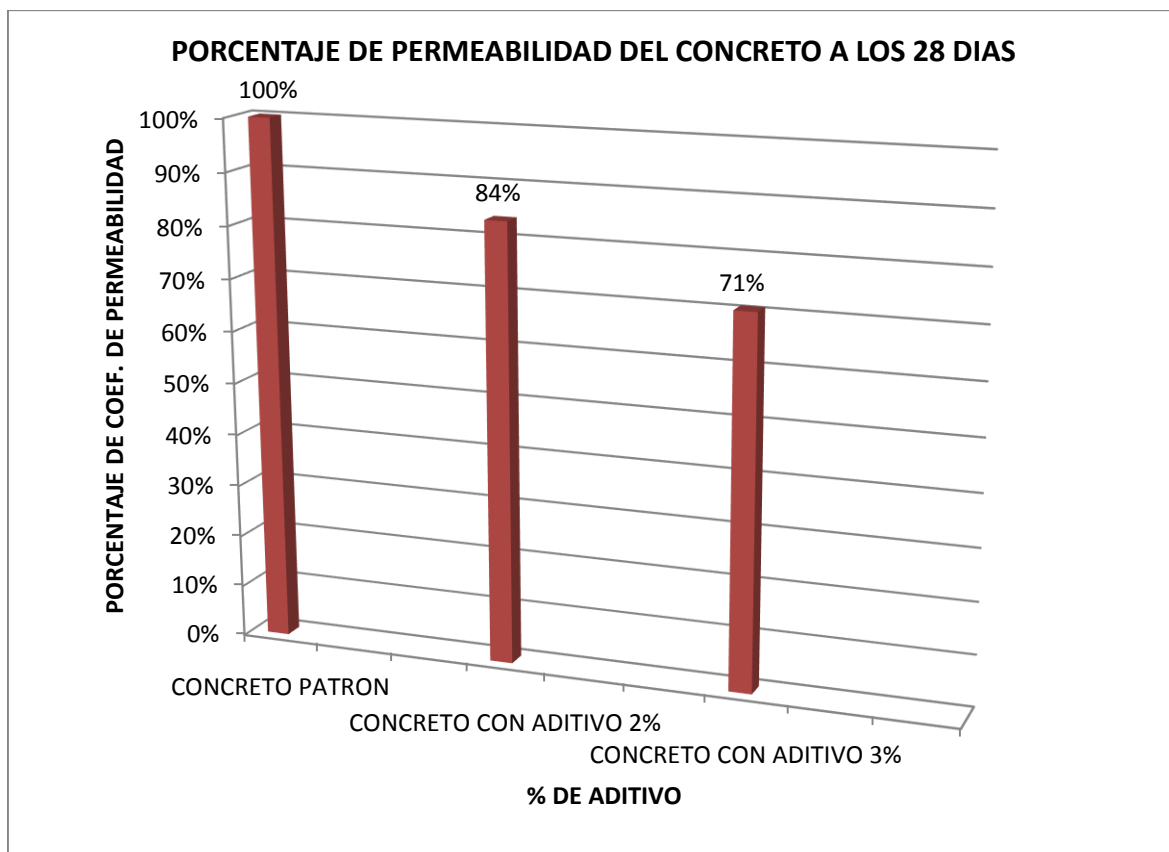


Figura 24. Comparación Porcentual del coeficiente de permeabilidad del concreto con diferente porcentaje de Aditivo. Fuente: Elaboración propia, 2018.

De acuerdo a la tabla 37 y figura 24, se observa que el concreto patrón posee un coeficiente permeabilidad de 4.0214×10^{-8} m/s el cual representa el 100%, el concreto con 2% de adición de aditivo impermeabilizante posee un coeficiente de 3.3683×10^{-8} m/s el cual representa un 84% en referencia al concreto patrón. Finalmente el concreto con 3% de adición tiene un coeficiente de 2.8469×10^{-8} m/s el cual representa un 71% con referencia al concreto patrón.

Adicionalmente se deben mencionar que porcentualmente el coeficiente de permeabilidad del concreto con adición de 2% de aditivo impermeabilizante se disminuye en 16% en referencia al coeficiente del concreto patrón, también que el coeficiente de permeabilidad del concreto con 3% de aditivo desciende en un 29 % con respecto al patrón.

Se concluye que la adición del aditivo en 2% y 3%, afecta al coeficiente de permeabilidad del concreto, es decir produce que la permeabilidad del concreto disminuya, convirtiéndola así en un concreto de baja permeabilidad.

3.2.5 Diseño de Mezcla

En la actualidad existen distintos métodos de diseño de mezclas, los cuales se realizan con ayuda de tablas y/o gráficos, estos estiman en forma aproximada las cantidades de agua para la mezcla en función del tamaño máximo, asentamiento, relación agua-cemento, resistencia a la compresión, los volúmenes a utilizar en la mezcla de concreto de agregado grueso y fino, basándonos en conocimientos teóricos y prácticos.

El cálculo del diseño de mezcla para la presente investigación, se realizó en base a las tablas normadas por el American Concrete Institute (ACI), por lo cual apoyándonos de dichas tablas aplicaremos el método de volúmenes absolutos para determinar los volúmenes o pesos del agregado grueso y fino, en consecuencia obtendremos un diseño de concreto adecuado, tanto para el patrón como para los concretos con adición del aditivo sikacem impermeable.

3.2.5.1 Datos Obtenidos de los Componentes del Concreto

Luego de obtener los resultados de los ensayos realizados anteriormente, se procede a realizar el diseño de mezcla, ya que en base a esta información podemos utilizar las tablas del ACI, por lo cual estos ensayos son de mucha importancia para proseguir en nuestro diseño.

3.2.5.1.1 Agregado Fino

Agregado Fino de la cantera TRAPICHE

TABLA 38. *Datos del Agregado Fino*

DATOS DEL AGREGADO FINO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso específico de masa	2.67	gr/cm ³
Peso específico de masa SSS	2.69	gr/cm ³
Peso específico aparente	2.71	gr/cm ³
Contenido de humedad	1.1	%
Absorción (Ab) %	0.81	%
Peso unitario suelto	1535	Kg/m ³
Peso unitario compactado	1759	kg/m ³
Modulo de fineza	3.06	
% < Malla N° 200	4.8	%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.2.5.1.2 Agregado Grueso

Agregado Grueso de la cantera TRAPICHE

TABLA 39. *Datos del Agregado Grueso*

DATOS DEL AGREGADO GRUESO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso específico de masa	2.71	gr/cm ³
Peso específico de masa SSS	2.73	gr/cm ³
Peso específico aparente	2.76	gr/cm ³
Contenido de humedad	0.35	%
Absorción (Ab) %	0.56	%
Peso unitario suelto	1630	Kg/m ³
Peso unitario compactado	1784	kg/m ³
Tamaño máximo	3/4"	pulgada
Tamaño máximo nominal	1/2"	pulgada
% < Malla N° 200	0.57	%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.2.5.1.3 Cemento

- ✓ Cemento Sol Tipo I
- ✓ Peso Específico 3110 Kg/m³

3.2.5.1.4 Agua

- ✓ Agua Potable , lo rige la norma NTP 339.088

A. Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia a la compresión especificada y la desviación estándar.

Luego de obtenido todos los resultados de los ensayos físicos aplicados al agregado fino y grueso se procedió a determinar una resistencia promedio de diseño, y como en este caso no se tiene la desviación estándar entonces según la norma ININVI se tiene que agregar al $f'_c + f'_{rc}$.

El método a emplear para el diseño de mezclas es el Método A.C.I. 211,2-98

Tabla 40. *Esfuerzo promedio requerido a compresión f'_{cr} (kg/cm²)*

f'_c especificado	F'_{cr} (Kg/cm ²)
< 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
> 350	$f'_c + 98$

Fuente: Comité ACI.

$$F'_{cr} = 280 + 84 = 364 \text{ kg/cm}$$

B. Selección del tamaño máximo nominal (Norma E0.60)

De acuerdo a los ensayos del agregado grueso tenemos (tabla 17):

- ✓ Tamaño máximo: 3/4"
- ✓ Tamaño máximo nominal (TMN): 1/2"

C. Selección del asentamiento

Tabla 41. *Asentamiento para diferentes estructuras*

Tipo de Construcción	Máxima	Mínima
Zapatas y muros de cimentación	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"

Fuente: "Norma ACI comité 211"

- ✓ SLUMP = 3" – 4"

D. Selección volumen unitario de agua

Tabla 42. *Cuadro de asentamientos para determinadas pulgadas.*

Asentamiento	Agua, en l/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	

Fuente: "Norma ACI comité 211"

- Slump: 3" a 4" TMN: 1/2" Sin aire incorpora

Considerando los datos mencionados, determinamos de la tabla 41 el volumen de agua en necesario para el concreto, el cual resulta 216 L/m³, por tema de ajuste de volúmenes se tomó 220 L/m³.

E. Selección de la relación Agua/Cemento

Tabla 43. Cuadro de relación agua/cemento por resistencia

f'cr (28 días)	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: “Norma ACI comité 211”

Considerando un $f'_{cr}=364 \text{ kg/cm}^2$

Interpolando a partir del cuadro: **A/C=0.50**

F. Determinación del factor cemento

$$FC = \frac{\text{Vol. de agua de mezcla}}{a/c}$$

$$FC = \frac{220}{0.50} \quad FC = 440 \text{ Kg/m}^3$$

G. Determinación del contenido de agregado grueso

Tabla 44. Cuadro Contenido de A.G con relación al módulo de fineza del A.F.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: “Norma ACI comité 211”

De acuerdo al valor de nuestro módulo de fineza del agregado, el cual es de 3.06, se debe interpolar:

2.8	0.55
3	0.53
3.06	x

✓ Volumen del A.G= **0.46 m3**

✓ Peso del A.G= 0.46 x puc.= 0.46x1784 = 820Kg

Se calculó el volumen absoluto de los componentes:

$$Volumen\ abs.\ Cemento. = \frac{Peso\ del\ cemento\ (kg)}{Peso\ esp.\ del\ cemento\ (\frac{kg}{m^3})} = \frac{440}{3110} = \mathbf{0.141\ m^3}$$

$$Volumen\ abs.\ agua = \frac{Peso\ del\ agua\ (kg)}{Peso\ esp.\ del\ agua\ (\frac{kg}{m^3})} = \frac{220}{1000} = \mathbf{0.22\ m^3}$$

$$Volumen\ abs.\ A.\ G. = \frac{Peso\ del\ A.\ G.\ (kg)}{Peso\ esp.\ del\ A.\ G.\ (\frac{kg}{m^3})} = \frac{820.64}{2.71 * 1000} = \mathbf{0.302\ m^3}$$

$$Volumen\ de\ Aire = 15\% = \mathbf{0.015\ m^3}$$

La sumatoria total = 0.675 m3

H. Determinación del contenido de Agregado Fino

$$Volumen\ de\ A.\ F. = 1 - 0.678 = \mathbf{0.325m^3}$$

$$Peso\ A.F. = 0.315 * P.\ especific. = 0.325 * 2670 = 868.8\ kg$$

I. Corrección por humedad

$$A.F. = peso\ seco * \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right) = 869 * \left(\frac{1.1\%}{100} + 1 \right) = 879\ kg$$

$$A.G. = \text{peso seco} * \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right) = 820 * \left(\frac{0.35\%}{100} + 1 \right) = 822.9 \text{ kg}$$

J. Aporte de agua a la mezcla

$$\text{Aporte de agua} = \text{Agregado Seco} * \left(\frac{w\% - \%abs.}{100} \right)$$

$$\text{Agregado fino} = 869 * \left(\frac{1.1 - 0.81}{100} \right) = 2.52 \text{ lt}$$

$$\text{Agregado grueso} = 820 * \left(\frac{0.35 - 0.56}{100} \right) = -1.72 \text{ lt}$$

Aporte de agua a la mezcla = 0.8Lt.

Agua efectiva en la mezcla = 220 - 0.8= 219.2 Lt.

K. Pesos húmedos por m3:

Tabla 45. Cuadro de pesos de materiales por m3

ELEMENTOS	CANTIDAD
CEMENTO	440 Kg
AGUA	219 Lt
AGREG. GRUESO	822 Kg
AGREG. FINO	879 Kg

Fuente: Elaboración propia, 2018.

L. Peso por tanda de preparación

Según la N.T.P. 339.033, el cual indica la “Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo”, nos plantea que:

Para calcular la resistencia a la compresión o a la tracción por compresión diametral, los especímenes deben ser cilindros llenados y fraguados en posición vertical. Con respecto al número y tamaño de las probetas estarán planteadas en las especificaciones de los ensayos. Además la longitud de la probeta debe ser doble de su diámetro, ahora con referencia al diámetro esta deberá ser por lo menos tres veces el tamaño máximo

nominal del agregado grueso. Cuando se realice ensayos para aceptación de resistencia especificada a la compresión, las briquetas serán de la siguiente medida: de 150 mm x 300 mm o 100 mm x 200 mm. (2015, p.20).

Con respecto a lo mencionado en el párrafo anterior, se planteó realizar probetas de 10 cm x 20cm, apoyándonos también en la Norma E060, donde indica que hay parámetros para el tamaño de las probetas. Por lo tanto el volumen a preparar por tanda es de 12 probetas, según el cuadro de toma de muestra (Tabla 6), esta cantidad de probetas genera un volumen determinado de concreto según la tabla 46:

Tabla 46. *Volumen por tanda de preparación*

díametro	area	altura	volumen	cantidad	total (m3)
0.1	0.00785	0.2	0.0015708	12	0.0207

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Luego de obtenido el volumen necesario para preparar la tanda de concreto para 12 probetas, pero en base a este volumen debemos calcular la cantidad en peso de cada material, por lo cual en base a la tabla N° 45, determinamos los pesos de los materiales, obteniendo la siguiente tabla:

Tabla 47. *Pesos de materiales por tanda de preparación concreto patrón*

MATERIAL	CANTIDAD
Cemento	8.80 Kg
Agua	4.38 Lt
A. Grueso	16.19 Kg
A. Fino	17.58 Kg
Sikacem imp.	0.00
peso total	42.58 Kg

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.2.5.2 Diseño para el concreto con adición de 2% de aditivo sikacem impermeable

En base a la especificaciones de los especialistas de SIKKA, la adición del aditivo sikacem impermeable no influye en el diseño del concreto es decir no modifica los pesos de los materiales utilizados en la mezcla de concreto, por lo cual se procedió calcular de aditivo en un 2% con respecto al peso del cemento.

El peso del cemento es: 8.8 kg para una tanda de 12 probetas.

Calculamos el 2%: $8.8 \times 2\% = 0.176 \text{ kg} \dots\dots 176 \text{ mml}$

Finalmente se obtiene la siguiente tabla para un diseño de concreto con 2% de aditivo sikacem impermeable:

Tabla 48. *Pesos de materiales por tanda de preparación de concreto con 2% de aditivo*

MATERIAL	CANTIDAD
Cemento	8.80 Kg
Agua	4.38 Lt
A. Grueso	16.19 Kg
A. Fino	17.58 Kg
Sikacem imp.	176 gr
peso total	42.76 Kg

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.2.5.3 Diseño para el concreto con adición de 3% de aditivo sikacem impermeable

Al igual que el cálculo anterior también se procede a determinar el peso el aditivo en un 3% con respecto al peso del cemento.

El peso del cemento es: 8.8 kg para una tanda de 12 probetas.

Calculamos el 3%: $8.8 \times 3\% = 0.264 \text{ kg} \dots\dots 264 \text{ mml}$

Finalmente se obtiene la siguiente tabla para un diseño de concreto con 3% de aditivo sikacem impermeable:

Tabla 49. *Pesos de materiales por tanda de preparación de concreto con 3% de aditivo*

MATERIAL	CANTIDAD
Cemento	8.80 Kg
Agua	4.38 Lt
A. Grueso	16.19 Kg
A. Fino	17.58 Kg
Sikacem imp.	264 gr
peso total	42.85 Kg

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.2.6 Cálculo del coeficiente de permeabilidad

Se realizó el ensayo de permeabilidad del concreto con la utilización del permeámetro de carga variable, mediante el cual se obtuvieron diferentes parámetros que serán necesarios para el cálculo del coeficiente. Este ensayo se realizó a los tres tipos de concreto, es decir para el concreto patrón llámese concreto patrón al concreto que no contiene incorporación de aditivo, para el concreto con 2% de aditivo sikacem impermeable y para el concreto con 3% de adición del aditivo sikacem impermeable, el porcentaje de adición se da con respecto al contenido de cemento (kg). Además el ensayo se efectuó para el concreto curado a los 28 días, generándose los siguientes datos:

Tabla 50. *Altura inicial y final del agua en ensayo de permeabilidad*

	H1 (mt)	H2 (mt)
CONCRETO PATRON	0.3	0.295
	0.3	0.295
	0.3	0.294
CONCRETO CON ADITIVO 2%	0.3	0.295
	0.3	0.296
	0.3	0.296
CONCRETO CON ADITIVO 3%	0.3	0.296
	0.3	0.297
	0.3	0.297

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En caso de las áreas, se notó que el área de la probeta y el área de la tubería donde se va colocar el agua para el ensayo eran iguales, por lo cual el factor de a/A se determinó que será la unidad.

Con respecto al tiempo del ensayo de permeabilidad, se determinó en base a recomendación de la empresa SIKA, que será por el transcurso de 24 horas es decir un día. Verificando la fórmula se observa que el tiempo deberá estar en segundos por lo tanto se calculó que un día equivale a 86400 segundos. La altura (longitud) de la probeta es de 20 cm.

Con los datos ya obtenidos se procede a ingresar a la fórmula planteada para obtener el coeficiente de permeabilidad de los tres tipos de concreto. Arrojando los resultados que se verifican en la tabla 36.

3.3 Procesamiento de Datos

Para poder comparar la relación entre variables se empleó el estadístico X^2 (Chi-Cuadrado), este cálculo nos permite afirmar con un nivel de confianza del 95% para nuestro caso, si los niveles de una variable influyen en los niveles de la otra variable analizada. En el supuesto que la variable A tiene n filas y la variable B tiene k columnas, la tabla de contingencia es de orden $n \times k$. Al interpretar el contraste entre variables con el programa estadístico SPSS, se tomó en cuenta el nivel de significancia para aceptar o negar las siguientes hipótesis planteadas

3.3.1 Influencia del Aditivo en la permeabilidad del concreto

De acuerdo a los resultados presentados previamente se observa que al añadir aditivo de 2% y 3%, la permeabilidad del concreto se reduce notablemente, por lo cual se realiza el procesamiento de los datos a través del programa SPSS, para verificar si guardan relación la propiedad de permeabilidad del concreto y la adición del aditivo sikacem impermeable en el concreto. Por ello, se realiza el procesamiento de datos a través de dicho programa para obtener cuadros donde muestren la relación entre las variables.

Tabla 51. *Resumen de procesamiento de datos de la cantidad de aditivo vs la permeabilidad del concreto*

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
cantidad de aditivo * coeficiente de permeabilidad	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%

Fuente: Programa SPSS V.23, 2018.

Tabla 52. *Tabla cruzada de la cantidad de aditivo vs la permeabilidad del concreto*

		coeficiente de permeabilidad			Total
		2.10-2.80	2.81-3.51	3.52-4.22	
cantidad de aditivo	0%	0	0	3	3
	2%	0	2	1	3
	3%	2	1	0	3
Total		2	3	4	9

Fuente: Programa SPSS V.23, 2018.

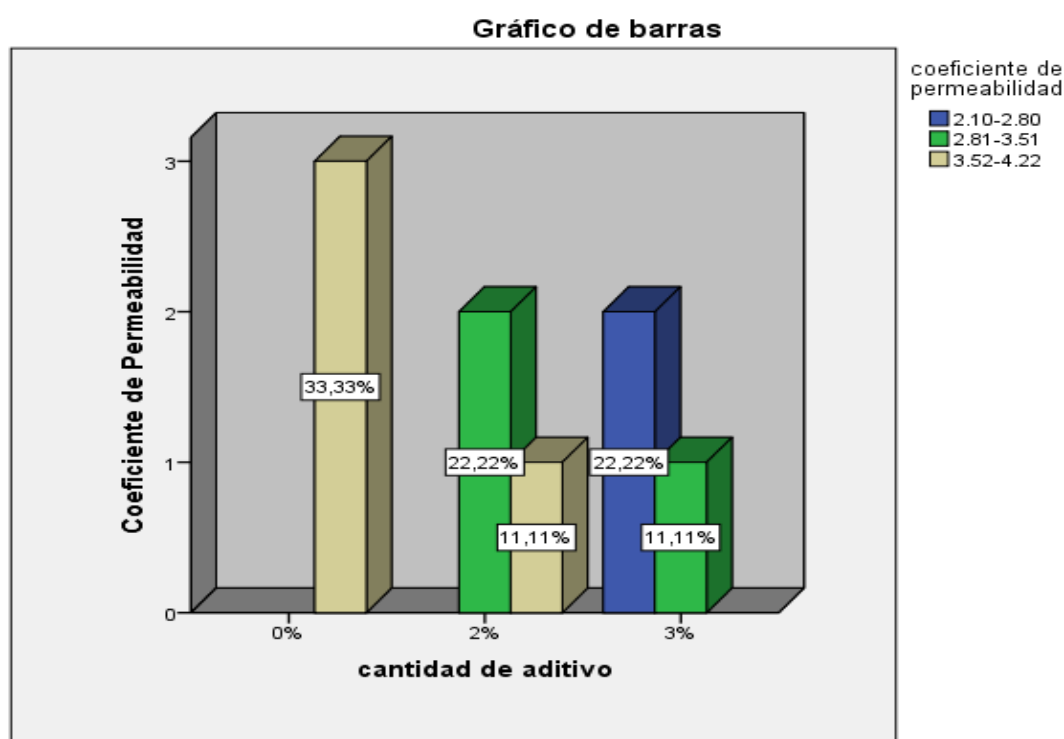


Figura 25. Porcentaje de aditivo vs la permeabilidad del concreto. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Según la tabla 52 y la figura 25, muestra que la propiedad de permeabilidad del concreto disminuye a medida que se incrementa el porcentaje de adición del aditivo impermeabilizante en el concreto, por lo cual se determina que ambas dimensiones son inversamente proporcionales. Como se observa en la figura el concreto patrón tiene un porcentaje de coeficiente de permeabilidad mayor al concreto con adición de 2% y esto mismo se cumple cuando se compara con el concreto con 3% de incorporación de aditivo.

Verificándose así que estadísticamente la incorporación del aditivo sikacem impermeable genera concretos de baja permeabilidad.

3.3.2 Efectos del aditivo en la resistencia a la compresión del concreto

En base a los resultados presentados previamente en los resultados, se determina que al añadir aditivo de 2% y 3%, la resistencia a la compresión del concreto se incrementa levemente, por lo cual se realiza el procesamiento de los datos con respecto a la adición del aditivo Sikacem impermeable y si guardan relación con la resistencia a la compresión del concreto por medio del programa SPSS, generan las siguientes tablas:

Tabla 53. *Resumen de procesamiento de datos de la cantidad de aditivo vs la Resistencia a la compresión*

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
cantidad de aditivo * resistencia a la compresión	36	100,0%	0	0,0%	36	100,0%

Fuente: Programa SPSS V.23, 2018.

Tabla 54. *Tabla cruzada de la cantidad de aditivo vs la Resistencia a la compresión*

		resistencia a la compresión					Total
		276-300	326-350	351-375	376-400	401-425	
cantidad de	0%	3	0	3	3	3	12
aditivo	2%	0	3	0	6	3	12
	3%	0	3	0	3	6	12
Total		3	6	3	12	12	36

Fuente: Programa SPSS V.23, 2018.

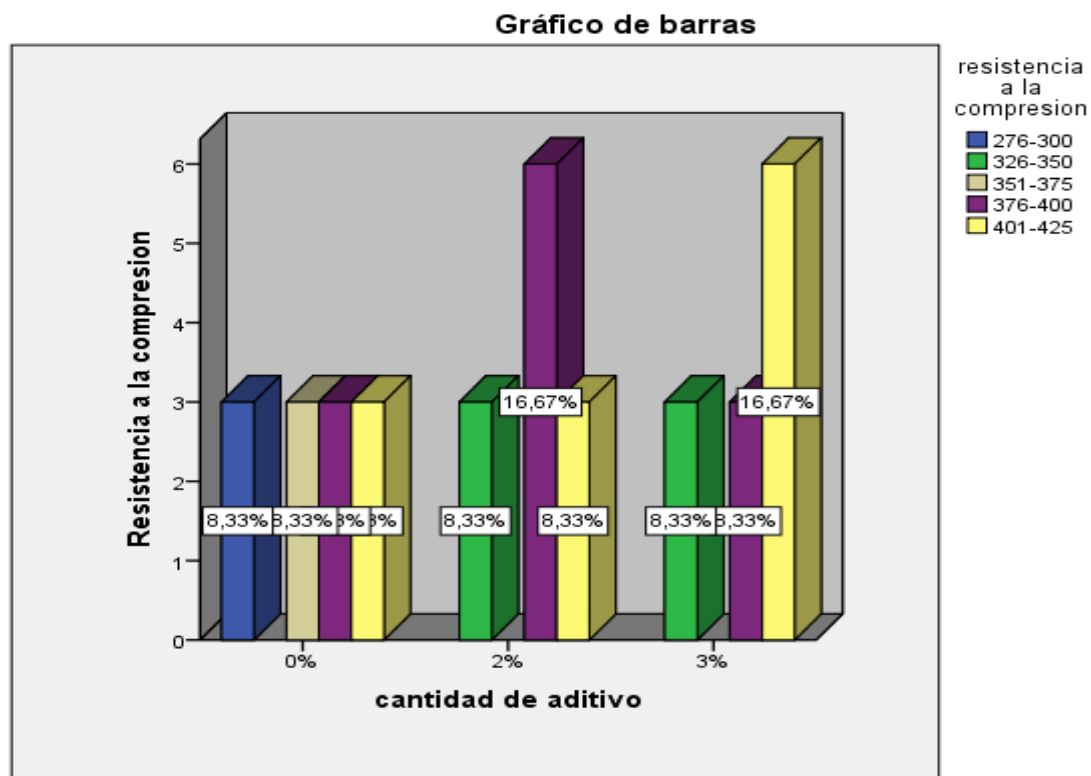


Figura 26. Porcentaje de aditivo vs la Resistencia a la compresión del concreto. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Según la tabla 54 y la figura 26, muestra que la propiedad de resistencia a la compresión del concreto aumenta a medida que se incrementa el porcentaje de adición del aditivo impermeabilizante en el concreto, por lo cual se infiere que ambas dimensiones son directamente proporcionales. Como se observa en el gráfico los concretos con adición de 2% y 3% de aditivo muestra un leve incremento en la resistencia a la compresión con respecto al concreto patrón.

Determinándose de forma estadística que con la incorporación del aditivo sikacem impermeable se logra obtener concretos con baja permeabilidad y con una adecuada resistencia a la compresión, y esto responde a la problemática de la presente tesis. Adicionalmente cabe indicar que el aumento de la resistencia no fue considerable, pero por otro lado no causó la disminución de dicha propiedad, por ende el concreto es considerado adecuado para la construcción de cualquier estructura importante, pues cumple con lo requerido, sumándole la capacidad de baja permeabilidad que posee, resultando beneficioso para ambientes de alta humedad.

3.3.3 Efectos del aditivo en el asentamiento (Slump) del concreto

Con respecto a los resultados presentados previamente en las tabla de resultado con respecto al asentamiento, se verifica que al añadir aditivo de 2% y 3%, el asentamiento del concreto se incrementa notablemente, por lo cual se realiza el procesamiento de los datos a través del SPSS, con respecto a la adición del aditivo y si guardan relación con la propiedad de asentamiento del concreto.

Tabla 55. *Resumen de procesamiento de datos de la cantidad de aditivo vs el asentamiento del concreto (Slump)*

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
cantidad de aditivo * porcentaje de slump	36	100,0%	0	0,0%	36	100,0%

Fuente: Programa SPSS V.23, 2018.

Tabla 56. *Tabla cruzada de la cantidad de aditivo vs el asentamiento del concreto (Slump)*

		porcentaje de slump			Total
		4"	5"	6"	
cantidad de aditivo	0%	12	0	0	12
	2%	0	12	0	12
	3%	0	0	12	12
Total		12	12	12	36

Fuente: Programa SPSS V.23, 2018.

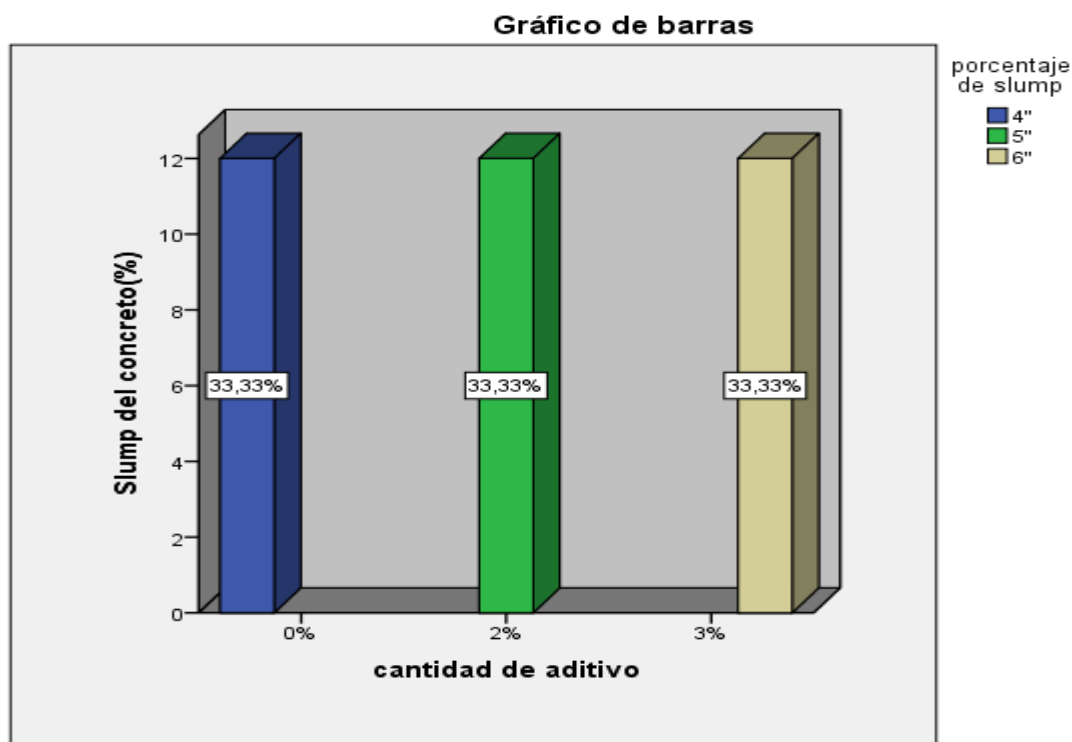


Figura 27. Porcentaje de aditivo vs el asentamiento del concreto (Slump). Fuente:
Elaboración propia, 2018.

Según la tabla 55 y la figura 27, muestra que la propiedad de asentamiento del concreto aumenta a medida que se incrementa el porcentaje de adición del aditivo impermeabilizante en el concreto, por lo cual se infiere que ambas dimensiones son directamente proporcionales. Como se observa en el gráfico los concretos con adición de 2% y 3% de aditivo muestra un incremento en la propiedad del asentamiento del concreto (Slump) con respecto al concreto patrón.

Verificándose por la estadística que la incorporación del aditivo sikacem impermeable genera un beneficio para propiedad de asentamiento, que en otras palabras sería un aumento en la trabajabilidad de dicho concreto, volviendo la concreto más moldeable compactarle, resultado así muy beneficioso para obtener concretos con menos segregación pues se evita un alto vibrado, un concreto de mejor acabado ya que la ser trabajable o moldeable este concreto se expandirá en todo el encofrado generando así un mejor acabado.

3.4 Contrastación de Hipótesis

3.4.1 Influencia del Aditivo en la permeabilidad del concreto

Con apoyo del programa SPSS, se realiza la contrastación de hipótesis, ya que se determinara el valor del chi cuadrado para verificar si es menor a 0.05 o mayor a este, por ello se plantean dos hipótesis: la H_0 : hipótesis nula y H_a : hipótesis alterna.

Con respecto a las hipótesis, si el valor del chi cuadrado resulta menor a 0.05 se aceptará la hipótesis alterna, en caso contrario si fuese mayor a 0.05 se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

H_0 : Las variables aditivo impermeabilizante y la permeabilidad del concreto son independientes

H_a : Las variables aditivo impermeabilizante y la permeabilidad del concreto no son independientes.

Tabla 57. *Prueba del chi –cuadrado: cantidad de aditivo vs la permeabilidad del concreto*

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	9,500 ^a	4	,050
Razón de verosimilitud	11,457	4	,022
Asociación lineal por lineal	6,000	1	,014
N de casos válidos	9		

a. 9 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,67.

Según la tabla 56, se observa que el valor del chi-cuadrado es 0.05, el cual no es mayor a 0.05 por lo cual se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la nula.

Concluyendo así que las dimensiones no son independientes, si no que existe relación entre la cantidad de adición de aditivo sikacem impermeable en el concreto y su propiedad de permeabilidad.

3.4.2 Efectos del aditivo en la resistencia a la compresión del concreto

Se realiza la contrastación de la hipótesis, planteando dos hipótesis: la H_0 : hipótesis nula, H_a : hipótesis alterna.

H_0 : Las variables aditivo impermeabilizante y la resistencia a la compresión del concreto son independientes

H_a : Las variables aditivo impermeabilizante y la resistencia a la compresión del concreto no son independientes

Tabla 58. *Prueba del chi –cuadrado: cantidad de aditivo vs la Resistencia a la compresión del concreto*

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	18,000 ^a	8	,021
Razón de verosimilitud	20,876	8	,007
Asociación lineal por lineal	2,601	1	,107
N de casos válidos	36		

a. 15 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,00.

Según la tabla 57, se observa que el valor del chi-cuadrado es 0.02, el cual es menor a 0.05 por lo cual se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la nula.

En síntesis se determina que las dimensiones no son independientes, si no que existe relación entre la cantidad de adición de aditivo sikacem impermeable en el concreto y su propiedad de resistencia a la compresión.

3.4.3 Efectos del aditivo en el asentamiento (Slump) del concreto

Se realiza la contrastación de la hipótesis, planteando dos hipótesis: la H_0 : hipótesis nula, H_a : hipótesis alterna.

H_0 : Las variables aditivo impermeabilizante y el asentamiento del concreto son independientes.

H_a : Las variables aditivo impermeabilizante y el asentamiento del concreto no son independientes.

Tabla 59. *Prueba del chi –cuadrado: cantidad de aditivo vs el Asentamiento del concreto (Slump)*

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	72,000 ^a	4	,000
Razón de verosimilitud	79,100	4	,000
Asociación lineal por lineal	35,000	1	,000
N de casos válidos	36		

a. 9 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 4,00.

Según la tabla 58, se observa que el valor del chi-cuadrado es 0.00, el cual es menor a 0.05 por lo cual se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la nula.

Por lo cual se concluye que las dimensiones no son independientes, si no que existe relación entre la cantidad de adición de aditivo sikacem impermeable en el concreto y su propiedad de asentamiento del concreto.

IV. DISCUSSION

Después de obtener los resultados tanto de las propiedades de los agregados gruesos y finos, resultados de permeabilidad del concreto, calculando el coeficiente de permeabilidad, determinando los resultados de resistencia a la compresión del concreto y el asentamiento del concreto, todo ello se aplicó al concreto patrón y concreto con adición de aditivo impermeabilizante, se procede a realizar la discusión de nuestros resultados con resultados o conclusiones de nuestros antecedentes, con el fin de contrastar dichos resultados, para lo cual se organiza la discusión por objetivos:

H1: “La incorporación del aditivo sikacem impermeable influye positivamente en el comportamiento del concreto elaborado con cemento tipo I para un $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ ”.

Con respecto a la hipótesis planteada, Fernández (2016), nos muestra que, con la adición del aditivo sikament-290N, la propiedad de resistencia a la compresión, incrementa de forma notable, manteniendo constante la cantidad de agua, se obtiene un incremento de 15.94% a los 28 días, también se observa que el peso unitario se minimiza progresivamente a medida que se incrementa el porcentaje de aditivo, manteniendo constante el contenido de agua, logrando una disminución de 1.47% con respecto al concreto patrón. Manteniendo el asentamiento constante, se tiene para 0.4% de aditivo una reducción de 1.21%. Adicionalmente se verifica que la propiedad de asentamiento aumenta conforme se va añadiendo el porcentaje de aditivo, manteniendo constante el contenido de agua, logrando un aumento de 7.5” con 1.6% de aditivo.

En la presente investigación se verifico que la adición de aditivo sikacem impermeable, influye en el comportamiento del concreto tanto en estado fresco como endurecido, ya que según la figura 22, se verifica que aumenta la resistencia a la compresión levemente en cada edad de curado del concreto (7, 14, 21 y 28 días), con respecto al peso unitario, este se influye considerablemente, pues según la tabla 24 y figura 10 aumenta esta característica del concreto, ya que el aditivo utilizado tiene como función de bloquear los poros, por lo cual convierte al concreto más compacto, incrementando en 0.81% con adición de 3% de aditivo . Con respecto al slump, este se influye notablemente con adición de 2% y 3% de aditivo el concreto se vuelve más trabajable, teniendo un slump de hasta 6” para 3% de adición.

H2: “La permeabilidad del concreto se reduce favorablemente con la adición de aditivo sikacem impermeable”.

Según Abanto (2016), plantea que: la incorporación de un aditivo plastificante al concreto reduce su permeabilidad, ya que al incorporar 2% y 4% de aditivo plastificante, la permeabilidad del concreto disminuye para 7 días de curado en un 8% y 19% respectivamente, a los 14 días de curado se logra una disminución de 11% y 19% respectivamente, para 21 días de curado la permeabilidad se reduce en 12% , 20% y para 28 días de curado la permeabilidad presenta una reducción de 29% para 2% de aditivo y 42% para 4% de aditivo.

En el caso de la presente tesis, el ensayo de permeabilidad del concreto se realizó a los 28 días de curado del concreto, para los tres tipos de concreto, generándose así la tabla 36 y figura 23 donde se observa que el concreto patrón posee un coeficiente permeabilidad de 4.0214×10^{-8} m/s el cual representa el 100%, el concreto con 2% de adición de aditivo impermeabilizante posee un coeficiente de 3.3683×10^{-8} m/s el cual representa un 84% con respecto al concreto patrón. Finalmente el concreto con 3% de adición tiene un coeficiente de 2.8469×10^{-8} m/s el cual representa un 71% con referencia al concreto patrón.

Por lo tanto se verifica que porcentualmente el coeficiente de permeabilidad del concreto con adición de 2% de aditivo impermeabilizante disminuye en 16% en referencia al coeficiente del concreto patrón y el coeficiente de permeabilidad del concreto con 3% de aditivo desciende en un 29% con respecto al patrón a los 28 días de curado.

Por lo cual comparando resultados se observa que la adición del aditivo en la tesis anterior genero mayor disminución en el coeficiente de permeabilidad del concreto con respecto al aditivo usado en la presente tesis, brindando resultados de 29% de disminución con 2% de adición para el antecedente y una disminución de 16% con 2% de adición de aditivo para la presente investigación, sin embargo la disminución del coeficiente de permeabilidad en la presente tesis es notable ya que con 3% genera una disminución de 29% en el coeficiente permeabilidad.

H3: “La resistencia a la compresión del concreto se influye positivamente con la incorporación del aditivo sikacem impermeable”.

Con respecto a la hipótesis planteada sobre la resistencia a la compresión del concreto, Fernández (2016), plantea que: la adición del aditivo sikament-290N al concreto incrementa de forma notable esta propiedad, ya que al mantener constante el volumen de agua, se obtiene un aumento de 15.94% a los 28 días, incorporan el aditivo en una dosificación máxima. Sin embargo, a temprana edad (3 días) la resistencia es menor en 11.0% con aditivo al 0.4%. Manteniendo constante el asentamiento, se tiene un aumento de la resistencia de 44.38% a los 28 días y en un máxima dosificación del aditivo. En los casos se observa que el aditivo aumenta notablemente la resistencia a la compresión, pues son superiores a los resultados del concreto patrón, pero si lo comparamos entre ellos, los mayores valores serán aquellos donde se redujo el agua, por cual se concluye que con la incorporación del aditivo se tendrá mejoras en la propiedad de resistencia a la compresión.

Según lo planteado por Ramos (2017), menciona que los resultados obtenidos en esta investigación se determinó que la adición del mucilago de tuna a un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ aumenta la resistencia a la compresión; ya que al adicionar del 1% del mucilago de tuna mejora la resistencia a la compresión a los 28 días del curado con un aumento del 4.3%, al adicionar 1.5% del mucilago de tuna mejora la resistencia a la compresión a los 14 días de curado con un aumento de 3.77%, y al adicionar el 2% de mucilago de tuna mejora la resistencia a los 14 días de curado con un incremento de 19.05%.

Según los resultados obtenidos de esta investigación, con la adición del aditivo sikacem impermeable en un concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ se aumenta levemente la resistencia a la compresión del concreto, según la tabla 29 y figura 15, a los 7 días de curado el concreto con 2% de adición de aditivo aumenta en 14% con respecto al concreto patrón y el concreto con 3% aumenta en 17% con respecto al patrón. Además según la tabla 35 y figura 21, muestra que a los 28 días de curado el concreto con 2% de adición de aditivo no aumenta su resistencia con respecto al concreto patrón, sin embargo el concreto con 3% de aditivo aumenta en 3% con respecto al patrón, notándose que la incorporación del aditivo sikacem impermeable produce concretos de altas resistencias iniciales.

Con los argumentos planteados anteriormente, se observa que al adicionar ya se han aditivos u otros materiales al concreto lo que se busca es mejorar alguna propiedad del concreto, pero sin alterar o modificar alguna propiedad importante del concreto, que en

este caso es la resistencia a la compresión, ya que esta es una propiedad que determina tanto la calidad del concreto y su durabilidad.

H4: “El asentamiento del concreto se influye favorablemente con la incorporación del aditivo sikacem impermeable”.

Con respecto al Slump, Fernández (2016), plantea que: el slump se incrementa a medida que se va añadiendo mayor porcentaje de aditivo, pero manteniendo constante el contenido de agua, logrando aumentar el slump en 7.5” con adición de 1.6% de aditivo, el cual representa un incremento de 114.29% más. Adicionalmente manteniendo constante el asentamiento, de 3” a 4”, con el aditivo se logra una reducción de agua de 18.32% en su máxima dosificación, lo que resulta beneficioso para la propiedad de resistencia a la compresión del concreto

Para la presente tesis el ensayo de asentamiento, se realizó para cada tipo de concreto, es decir para el concreto patrón, llámese concreto patrón al concreto sin aditivo, para el concreto con adición de 2% y 3% con respecto al peso del cemento. Según la tabla 23 y figura 8, se verifica que para el concreto patrón tenemos un asentamiento de 3.8”, para el concreto con 2% de adición de aditivo posee un asentamiento de 4.97” y para 3% de adición de aditivo un asentamiento de 5.9”. Por lo tanto para el concreto con 2% de aditivo con respecto al peso del cemento, hay un incremento de 31% con respecto al patrón, para el concreto con 3% de aditivo, hay un incremento de 55% con respecto al concreto patrón.

Finalmente con respecto al ensayo de asentamiento (slump), se observa que la adición de aditivo en el concreto da como resultado en ambas tesis el aumento de esta propiedad, teniendo así para el antecedente un aumento de 18.32% y para la presente tesis un aumento de 55%, teniendo resultados del aditivo en su máxima dosificación.

V. CONCLUSIONES

1. En base a los resultados obtenidos se evalúa la influencia de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en las propiedades del concreto elaborado con cemento tipo I, concluyendo que existe una influencia positiva en las propiedades del concreto, tanto en estado fresco como en estado endurecido, como se observa en las tablas 22, 34, y 36, pues con la adición de 2% y 3 % se influyeron propiedades como: asentamiento (slump), peso unitario, resistencia a la compresión, permeabilidad del concreto. Todas estas propiedades mencionadas se influenciaron, produciendo una mejora en la calidad del concreto y una solución a la problemática que fue causa de investigación.
2. Se determinó la influencia aditivo sikacem impermeable en la permeabilidad, concluyendo que la permeabilidad del concreto se reduce favorablemente con la incorporación de aditivo sikacem impermeable, como se puede observar en las tabla 36 y figura 23, donde se muestra que el concreto con 2% de aditivo posee un coeficiente de permeabilidad de 3.3683×10^{-8} m/s, que comparado al coeficiente del concreto patrón 4.0214×10^{-8} m/s, se observa una disminución porcentual en un 16% y con la adición de 3% de aditivo se genera un concreto con coeficiente de permeabilidad de 2.8469×10^{-8} m/, generándose así una disminución porcentual en el coeficiente de 29% con respecto al coeficiente de permeabilidad del concreto patrón a los 28 días de curado.
3. Se identificó los efectos que se producen en la resistencia a la compresión del concreto con la incorporación de aditivo sikacem impermeable. De acuerdo a la tabla 29 y figura 15, muestra que la resistencia a la compresión, a los 7 días de curado el concreto con 2% de adición de aditivo (338.67 kg/cm²) aumenta en 14% con respecto al concreto patrón (297.97 kg/cm²) y el concreto con 3% de aditivo (347.33 kg/cm²) aumenta en 17% con respecto al patrón. Además de acuerdo a la tabla 35 y figura 21, muestra que a los 28 días de curado, el concreto con 2% de adición de aditivo (405.3 kg/cm²) no aumenta significativamente su resistencia a la compresión con referencia al concreto patrón (404.67 kg/cm²), pero el concreto con 3% de adición de aditivo (417.33 kg/cm²) aumenta en 3% con respecto al patrón (404.67 kg/cm²). Concluyendo que la introducción de este aditivo produce concretos de altas resistencias iniciales, siendo la dosificación de 3% (264 gr por 8.8 Kg de cemento en la mezcla) la más óptima. Adicionalmente se puede inferir que la adición del aditivo

sikacem impermeable no disminuye la resistencia a la compresión por el contrario la aumenta levemente.

4. De acuerdo a los resultados con respecto al asentamiento, se logró conocer los efectos que se producen en el asentamiento del concreto con la incorporación del aditivo sikacem impermeable. Dichos efectos se pueden observar en la tabla 23 y figura 8, donde se muestra que el concreto patrón posee un asentamiento de 3.8", para un concreto con 2% de adición de aditivo posee un asentamiento de 4.97" y para 3% de adición un asentamiento de 5.9". Por lo tanto para el concreto con 2% de aditivo con respecto al peso del cemento, hay un incremento de 31%, para el concreto con 3% de aditivo, hay un incremento de 55% con respecto al asentamiento del concreto patrón que es de 4". Concluyendo así que la incorporación del aditivo sikacem impermeable genera concretos más trabajables y moldeables.

VI. RECOMENDACIONES

1. Para elegir un determinado aditivo no tan solo es tener en cuenta el costo de dicho material si no determinar la causa de su adición al concreto, por lo tanto es un proceso muy importante el cual se debe tener en cuenta. Se deben considerar aspectos del concreto como: aumento de la trabajabilidad, capacidad de reducir agua, tiempo de fraguado, resistencias a la compresión, flexión, tracción, incorporación de aire, etcétera.
2. Al realizar el ensayo de permeabilidad se recomienda usar en la elaboración del permeámetro, en la tubería de carga del líquido, una tubería transparente para que sea de fácil visualización la altura de agua que quedo al final (h_2), ello ayudara a no dañar o mojar el instrumento de medición y realizar una fácil medición.
3. Tener en cuenta que la adición de este aditivo no influirá en la resistencia a la compresión del concreto, por lo cual se recomienda no ajustar el diseño. por otro lado es recomendable utilizar la N.T.P. 339.034, al momento de realizar el ensayo de resistencia ya que de lo contrario los resultados obtenidos tendrán error.
4. Cuando se realice el proceso de la elaboración de las probetas, al momento de varillar se recomienda emplear 25 golpes distribuidos en 3 capas, para realizar correctamente la compactación de la mezcla y así evitar fallas locales al momento de la rotura. Además para futuras investigaciones concernientes a la presente tesis, es recomendable que aparte de los ensayos planteados en la presente investigación se realicen otros ensayos como: fluidez, exudación, resistencia a la compresión diametral, tracción, flexión, temperatura, etcétera.

VII. REFERENCIAS

- ARIAS, Fidias. El proyecto de investigación introducción a la metodología científica. 6ta edición. Editorial Epsiteme: Caracas-Venezuela, 2012. 146 pp. ISBN: 980-07-8529-9.
- ABANTO, Tatiana. Permeabilidad de un concreto $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$ utilizando diferentes porcentajes de aditivo plastificante, Cajamarca, 2016. Tesis (Título Ingeniería Civil). Perú: Universidad Privada del Norte, 2016. Disponible en: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10351>
- A.C.I. Manual of Concrete of Practice. American Concrete Institute. 1999.
- ASOCEM, Fidias. Boletines técnicos sobre la Resistencia a la Compresión del Concreto. Perú: Lima, S F. pp. 10.
- BENAVIDES, Ricardo. Concreto de Alto Desempeño. Tesis (Título Magister en Ingeniería Civil). Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2014. Disponible en <https://docplayer.es/36422898-Concreto-de-alto-desempeno-ing-ricardo-javier-benavides-ch-escuela-colombiana-de-ingenieria-posgrado-en-ingenieria-civil.html>
- BUSTAMANTE, Iskra. Estudio de la correlación entre la relación agua/cemento y la permeabilidad al agua de concretos usuales en Perú. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014. Disponible en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/8804>
- CHOQQUE Y CCANA. Evaluación de la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, adicionando aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l para una resistencia 210 kg/cm². Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cuzco Universidad Andina del Cuzco, 2016. Disponible en <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/735>
- CARRASCO, Sergio. Metodología de la Investigación Científica. decimotercera edición. Editorial San Marcos E.I.R.L.: Perú., 2017. 250 pp. ISBN: 9789972383441.

- FERNANDEZ, Llanelid. Evaluación del diseño del concreto elaborado con cemento portland tipo I adicionando el aditivo sikament-290N, en la ciudad de Lima – 2017. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/1434>.
- GUITIERREZ, Juan y SALAZAR, Diego. Evaluación de la Permeabilidad en diseños de concreto con el uso de aditivos Sika wt-100 y Sika wt-200 en obras hidráulicas de Lima Metropolitana. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2015. Disponible en http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/1249/1/gutierrez_jc-salazar_jdi.pdf.
- GUTIÉRREZ, Libia. El Concreto Y Otros Materiales Para La Construcción. 2 da edición. Bogotá: Universidad Nacional De Colombia, 2003. 227 pp. ISBN: 958-9322-82-4.
- HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA. Metodología de la investigación. 6ta edición. Editorial Mcgraw-Hill / Interamericana Editores, S.A.: México D.F., 2014. 634 pp. ISBN: 978-1456223960.
- INACAL (Perú). NTP 339.034-2015. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Lima: INN, 2015. 24 pp.
- INACAL (Perú). NTP 339.033-2015. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo. Lima: INN, 2015. 21 pp.
- INACAL (Perú). NTP 400.012-2013. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima: INN, 2013. 18 pp.
- INACAL (Perú). NTP 400.037-2014. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. Lima: INN, 2015. 26 pp.
- INACAL (Perú). NTP 339.035-2013. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. Lima: INN, 2013. 13 pp.

- INACAL (Perú). NTP 400.037-2014. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. Lima: INN, 2015. 26 pp.
- INACAL (Perú). NTP 339.086. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. Lima: INN, 2015. 26 pp.
- LEYVA Y PALOMINO. Evaluación comparativa de la permeabilidad, resistencia a la compresión del concreto poroso elaborado con cemento IP y agregado de 1/2", 3/8" y 1/4" de las canteras de Machupicchu, Abril y Huillque. Tesis (Título ingeniero civil). Cuzco: Universidad Andina del Cuzco, 2016.
Disponible en <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/735>.
- LIMON, Jorge. Estudio sobre tecnologías aplicadas a las mezclas de concreto hidráulico para reducir su permeabilidad al agua e incrementar su durabilidad. Tesis (Título Maestro en ingeniería civil). México: Universidad Nacional Autónoma de México, programa de maestría y doctorado en ingeniería, 2016. Disponible en <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/11335/tesis.pdf?sequence=1>.
- MATTIO, María. La permeabilidad al agua como parámetro para evaluar la durabilidad del hormigón. Práctica profesional supervisada. Argentina: Universidad Nacional de Córdoba Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, 2014. Disponible en <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1576/PS%20Mattio%2C%20Mar%20C3%20ADa%20Eugenia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MOZO, Erika. Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ con la Adición de Mucílago de Tuna, Chimbote, Ancash – 2017. Tesis (Título en ingeniera civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo – Chimbote, 2017. Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/12231>
- Norma E-060 de Concreto Armado. 1era Edición. EDIGRAF.: Lima-Perú, 2009. 205 pp. ISBN: 9789972943348

- OQUENDO, Luis. Evaluación y Selección de Aditivos Impermeabilizantes para concreto con resistencia de 450kgf/cm². Tesis (Título Ingeniero en Materiales). Venezuela: Universidad Simón Bolívar de Venezuela, 2015. Disponible en <http://159.90.80.55/tesis/000162523.pdf>.
- RAMOS, Joselyn. Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con la Adición de Mucílago de Tuna, Chimbote, Ancash – 2017. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/12231>.
- RIOS, Francisco. Efectos en la Impermeabilidad de hormigones con un alto contenido de finos. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chile: Universidad Católica de Chile, 2015. Disponible en <http://www.registrocdt.cl/registrocdt/www/admin/uploads/docTec/042611835582992116A22.pdf>
- Rivva, Enrique. Tecnología Del Concreto - Diseño De Mezclas. 1 ra edición. Lima: Editorial Hozlo, 2000. 284 pp. ISBN: 958932234.
- RODRIGUEZ, Carlos. Eficiencia de aditivos impermeabilizantes por cristalización para el hormigón en Guayaquil. Tesis (Título en ingeniería civil). Ecuador: Universidad Espíritu Santo, 2015. Disponible en <http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/464/1/TESIS%20DE%20CARLOS%20RODRIGUEZ.pdf>.
- Romero Mendoza, H.L. Deterioro del Hormigón sometido a ensayo Acelerados de Hielo-Deshielo en presencia de cloruros (Tesis doctoral). Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2011. Disponible en http://oa.upm.es/cgi/oai2?verb=GetRecord&metadataPrefix=oai_dc&identifier=oai:oa.upm.es:8821
- SANCHEZ, Diego. Tecnología del Concreto y Mortero. 5 ta edición. Editorial Bhandar Editores LTDA. Colombia, 2001. 341 pp. ISBN: 9589247040

- SENCICO. Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto. 1era Edición. Cartolan Editores.: Lima-Perú, 2014. 42 pp.
- SIKA. 2016. Sika Perú. [En línea] 2015. [Citado el: 05 de Diciembre de 2018.]. Disponible en http://per.sika.com/es/soluciones-y_productos/publicaciones/Brochures/brochures_concreto_cemento.html.
- TACUSI, Miliciano. Estudio del concreto con aditivo impermeabilizante y cemento portland tipo I. Tesis (Título en ingeniería civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2016. Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5544>
- TORRES, Juan. Estudio de la influencia de aditivos acelerantes sobre las propiedades del concreto. Tesis (Título en ingeniería civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2016. Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3097>
- TORO, Jaime. Influencia de la fibra de polipropileno con 5%, 10% y 15% del volumen del cemento en la resistencia a la compresión y tracción del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10235>.
- VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar Proyectos y Tesis de investigación científica. 5ta edición. Editorial San Marcos de Aníbal Jesús Paredes Galván.: Perú., 2015. 250 pp. ISBN: 9786123028787.
- YZQUIERDO, Joaquín. Estudio de la influencia del aditivo Chemac Estruct en la resistencia a la compresión del concreto con Cemento Pacasmayo y Cemento Inka. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2015. Disponible en <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/641>

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
P. GENERAL ¿Cuál es la influencia en la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto elaborado con cemento portland tipo I para un $f^c = 280 \text{ Kg/cm}^2$?	O. GENERAL Evaluar la influencia en la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto elaborado con cemento portland tipo I para un $f^c = 280 \text{ Kg/cm}^2$	H. GENERAL La incorporación del aditivo sikacem impermeable influye positivamente en el comportamiento del concreto elaborado con cemento tipo I para un $f^c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.	INDEPENDIENTE: ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	CANTIDAD DEL ADITIVO	PORCENTAJE DEL ADITIVO	FICHA DE RECOLECCION DE DATOS.
P. ESPECIFICOS ¿En cuánto influye la adición del aditivo sikacem impermeable en la permeabilidad del concreto?	O. ESPECIFICOS Determinar la influencia de la adición del aditivo sikacem impermeable en la permeabilidad del concreto	H. ESPECIFICAS La permeabilidad del concreto se reduce favorablemente con la adición de aditivo sikacem impermeable.	DEPENDIENTE: CONCRETO	PERMEABILIDAD	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO	FICHA DE RECOLECCION DE DATOS
¿Qué efectos produce la incorporación del aditivo sikacem impermeable en la resistencia a la compresión del concreto?	Identificar los efectos que produce la incorporación del aditivo sikacem impermeable en la resistencia a la compresión del concreto	La resistencia a la compresión del concreto se influye favorablemente con la incorporación del aditivo sikacem impermeable.		CONCRETO EN ESTADO FRESCO	-GRANULOMET. -SLUM DEL CONCRETO -RELACION AGUA/CEMENTO	FICHA DE RECOLECCION DE DATOS
¿Qué efectos produce la incorporación del aditivo sikacem impermeable en el asentamiento del concreto?	Conocer los efectos que produce la incorporación del aditivo sikacem impermeable en el asentamiento del concreto.	El asentamiento del concreto se influye favorablemente con la adición del aditivo sikacem impermeable.		CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO	-RESISTENCIA A LA COMPRESION CURADO	FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

Fuente: elaboración propia

ANEXO 2. MATRIZ DE OPERACIONALIZACION

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
INDEPENDIENTE: ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	Es un aditivo impermeabilizante líquido que se usa generalmente en concreto y mortero. Este aditivo es exento de cloruros y funciona como bloqueador de poros” (SIKA, 2014, p. 2).	En la presente investigación, el aditivo sikacem impermeabilizante se incorporara en porcentajes de 2% y 4 %, con el objetivo de determinar la influencia en las propiedades del concreto, para lo cual se ensayarán probetas para la permeabilidad, la resistencia a la compresión y tracción	CANTIDAD DEL ADITIVO	* PORCENTAJE DEL ADITIVO
DEPENDIENTE: CONCRETO ELABORADO CON CEMENTO TIPO I	El Concreto es un conglomerado pétreo artificial, es elaborado mezclando el cemento, agua, agregado fino, agregado grueso o un material inerte. La sustancia químicamente activa de la mezcla es el cemento, este al unirse físico y químicamente con el agua se endurece ligando a los agregados, para formar un producto más sólida semejante a una piedra (2015, p. 9).	El concreto será elabora con cemento portland tipo I, con agregados que cumplan con los requisitos granulométricos, se elaborarán 72 probetas las cuales se harán para un concreto patrón e incorporando porcentajes de aditivos, además para cada tiempo de ensayo desde los 7 hasta los 28 días, para luego crear la curva de la resistencia.	PERMEABILIDAD	* COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD
			MEZCLA EN ESTADO FRESCO	* GRANULOMETRIA * SLUM DEL CONCRETO * RELACION AGUA/CMENTO
			MEZCLA EN ESTADO ENDURECIDO	* RESISNTECIA A LA COMPRESION * CURADO

Fuente: elaboración propia.

FICHAS VALIDADAS POR EXPERTOS

ANEXO 3. FICHAS VALIDADAS POR EXPERTOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
TÍTULO: Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018"		
VARIABLE: Aditivo Impemabilizante	DATOS DE LABORATORIO	N° DE FICHA
	NOMBRE:	
DIMENSION: Cantidad de Aditivo	RAZÓN SOCIAL:	FECHA
	UBICACIÓN:	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO								
DESCRIPCION	CANTIDAD	EDAD DE ENSAYO	AREA(cm^2)	ALTURA(cm)	CARGA MAX. (Kg)	RESIST. OBT (Kg/ cm^2)	RESIST. PROM (Kg/ cm^2)	EXPERTOS
ESP - 1	0%	7 DIAS						PUNTUACION DEL INSTRUMENTO <div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 50px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 10px auto;">16</div>
ESP - 2	0%	7 DIAS						
ESP - 3	0%	7 DIAS						
ESP - 4	0%	14 DIAS						
ESP - 5	0%	14 DIAS						
ESP - 6	0%	14 DIAS						
ESP - 7	0%	21 DIAS						
ESP - 8	0%	21 DIAS						
ESP - 9	0%	21 DIAS						
ESP - 10	0%	28 DIAS						
ESP - 11	0%	28 DIAS						
ESP - 12	0%	28 DIAS						
ESP - 13	2%	7 DIAS						
ESP - 14	2%	7 DIAS						
ESP - 15	2%	7 DIAS						
ESP - 16	2%	14 DIAS						
ESP - 17	2%	14 DIAS						
ESP - 18	2%	14 DIAS						
ESP - 19	2%	21 DIAS						
ESP - 20	2%	21 DIAS						
ESP - 21	2%	21 DIAS						
ESP - 22	2%	28 DIAS						
ESP - 23	2%	28 DIAS						
ESP - 24	2%	28 DIAS						
ESP - 25	3%	7 DIAS						
ESP - 26	3%	7 DIAS						
ESP - 27	3%	7 DIAS						
ESP - 28	3%	14 DIAS						
ESP - 29	3%	14 DIAS						
ESP - 30	3%	14 DIAS						
ESP - 31	3%	21 DIAS						
ESP - 32	3%	21 DIAS						
ESP - 33	3%	21 DIAS						
ESP - 34	3%	28 DIAS						
ESP - 35	3%	28 DIAS						
ESP - 36	3%	28 DIAS						

Nota: puntuación: inaceptable (1-6), mínimamente aceptable (7-13), aceptable (14-20)

Nombre y apellido del juez validador:

Especialidad del validador e institución donde labora:

Nombre del instrumento motivo de evaluación: Entrevista

DNI:

Lima, de setiembre del 2018

JOSE LUIS BENTES ZUÑIGA
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 126759
 FIRMA DEL VALIDADOR

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO SIKACEM IMPERMEABLE EN UN CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ ELABORADO CON CEMENTO TIPO I, VENTANILLA 2018"
 AUTOR DEL INSTRUMENTO: SUDARIO SALAZAR RAUL

ANEXO 4. FICHAS VALIDADAS POR EXPERTOS



FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO							
FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS							
TÍTULO: Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto f'c= 210kg/cm2 elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018"							
VARIABLE: Aditivo Impermeabilizante		DATOS DE LABORATORIO					N° DE FICHA
		NOMBRE:					
DIMENSION: Cantidad de Aditivo		RAZON SOCIAL:					FECHA
		UBICACIÓN:					

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO							
DESCRIPCION	CANTIDAD	EDAD DE ENSAYO	AREA(cm2)	CARGA MAX. (Kg)	RESIST. OBT.(Kg/cm2)	RESIST. PROM.(Kg/cm2)	EXPERTOS
ESP - 1	0%	7 DIAS					PUNTAJON DEL INSTRUMENTO 14
ESP - 2	0%	7 DIAS					
ESP - 3	0%	7 DIAS					
ESP - 4	0%	14 DIAS					
ESP - 5	0%	14 DIAS					
ESP - 6	0%	14 DIAS					
ESP - 7	0%	21 DIAS					
ESP - 8	0%	21 DIAS					
ESP - 9	0%	21 DIAS					
ESP - 10	0%	28 DIAS					
ESP - 11	0%	28 DIAS					
ESP - 12	0%	28 DIAS					
ESP - 13	2%	7 DIAS					
ESP - 14	2%	7 DIAS					
ESP - 15	2%	7 DIAS					
ESP - 16	2%	14 DIAS					
ESP - 17	2%	14 DIAS					
ESP - 18	2%	14 DIAS					
ESP - 19	2%	21 DIAS					
ESP - 20	2%	21 DIAS					
ESP - 21	2%	21 DIAS					
ESP - 22	2%	28 DIAS					
ESP - 23	2%	28 DIAS					
ESP - 24	2%	28 DIAS					
ESP - 25	3%	7 DIAS					
ESP - 26	3%	7 DIAS					
ESP - 27	3%	7 DIAS					
ESP - 28	3%	14 DIAS					
ESP - 29	3%	14 DIAS					
ESP - 30	3%	14 DIAS					
ESP - 31	3%	21 DIAS					
ESP - 32	3%	21 DIAS					
ESP - 33	3%	21 DIAS					
ESP - 34	3%	28 DIAS					
ESP - 35	3%	28 DIAS					
ESP - 36	3%	28 DIAS					

Nota: puntuación: inaceptable (1-6), mínimamente aceptable (7-13), aceptable (14-20)

Nombre y apellido del juez validador:

Especialidad del validador e institución donde labora:

Nombre del instrumento motivo de evaluación: Entrevista

DNI:

Lima, de setiembre del 2018

SANTOS RICARDO PADILLA PICHER
INGENIERO CIVIL
FIRMA DEL VALIDADOR

EL INSTRUMENTO

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO SIKACEM IMPERMEABLE EN UN CONCRETO F'c= 210KG/CM2 ELABORADO CON CEMENTO TIPO I, VENTANILLA 2018"

AUTOR DEL INSTRUMENTO: SUDARIO SALAZAR RAUL

ANEXO 5. FICHAS VALIDADAS POR EXPERTOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
TÍTULO: Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018"		
VARIABLE: Aditivo Impemeabilizante	DATOS DE LABORATORIO	Nº DE FICHA
	NOMBRE:	
	RAZÓN SOCIAL:	FECHA
DIMENSION: Cantidad de Aditivo	UBICACIÓN:	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO								
DESCRIPCION	CANTIDAD	EDAD DE ENSAYO	AREA (cm ²)	ALTURA (cm)	CARGA MAX. (Kg)	RESIST. OBT. (Kg/cm ²)	RESIST. PROM. (Kg/cm ²)	EXPERTOS
ESP - 1	0%	7 DIAS						PUNTUACION DEL INSTRUMENTO
ESP - 2	0%	7 DIAS						
ESP - 3	0%	7 DIAS						
ESP - 4	0%	14 DIAS						
ESP - 5	0%	14 DIAS						
ESP - 6	0%	14 DIAS						
ESP - 7	0%	21 DIAS						
ESP - 8	0%	21 DIAS						
ESP - 9	0%	21 DIAS						
ESP - 10	0%	28 DIAS						
ESP - 11	0%	28 DIAS						
ESP - 12	0%	28 DIAS						
ESP - 13	2%	7 DIAS						
ESP - 14	2%	7 DIAS						
ESP - 15	2%	7 DIAS						
ESP - 16	2%	14 DIAS						
ESP - 17	2%	14 DIAS						
ESP - 18	2%	14 DIAS						
ESP - 19	2%	21 DIAS						
ESP - 20	2%	21 DIAS						
ESP - 21	2%	21 DIAS						
ESP - 22	2%	28 DIAS						
ESP - 23	2%	28 DIAS						
ESP - 24	2%	28 DIAS						
ESP - 25	3%	7 DIAS						
ESP - 26	3%	7 DIAS						
ESP - 27	3%	7 DIAS						
ESP - 28	3%	14 DIAS						
ESP - 29	3%	14 DIAS						
ESP - 30	3%	14 DIAS						
ESP - 31	3%	21 DIAS						
ESP - 32	3%	21 DIAS						
ESP - 33	3%	21 DIAS						
ESP - 34	3%	28 DIAS						
ESP - 35	3%	28 DIAS						
ESP - 36	3%	28 DIAS						

Nota: puntuación: inaceptable (1-6), mínimamente aceptable (7-13), aceptable (14-20)

Nombre y apellido del juez validador:

Especialidad del validador e institución donde labora:

Nombre del instrumento motivo de evaluación: Entrevista

DNI:

Lima, de setiembre del 2018

FIRMA DEL VALIDADOR
C.Z.P. 50070

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO SIKACEM IMPERMEABLE EN UN CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ ELABORADO CON CEMENTO TIPO I, VENTANILLA 2018"
AUTOR DEL INSTRUMENTO: SUDARIO SALAZAR RAUL

ANEXO 6. FICHAS VALIDADAS POR EXPERTOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
TÍTULO: Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto f'c= 210kg/cm2 elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018"		
VARIABLE: Concreto	DATOS DE LABORATORIO	Nº DE FICHA
	NOMBRE:	
DIMENSION: Permeabilidad	RAZÓN SOCIAL:	FECHA
	UBICACIÓN:	

ADICIÓN DE ADITIVO EN EL CONCRETO

ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE CONCRETO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO CURADO	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD	VALOR PROMEDIO	EXPERTOS
ESP - 37	0%	28 DIAS			<p>PUNTUACION DEL INSTRUMENTO</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center; font-size: 2em;">14</div>
ESP - 38	0%	28 DIAS			
ESP - 39	0%	28 DIAS			
ESP - 40	2%	28 DIAS			
ESP - 41	2%	28 DIAS			
ESP - 42	2%	28 DIAS			
ESP - 43	3%	28 DIAS			
ESP - 44	3%	28 DIAS			
ESP - 45	3%	28 DIAS			

Nota: puntuación: inaceptable (1-6), minimamente aceptable (7-13), aceptable (14-20)


Nombre y apellido del juez validador:

Especialidad del validador e institución donde labora:

Nombre del instrumento motivo de evaluación: Entrevista

DNI:

Lima, de setiembre del 2018


 SANTOS RICARDO PADILLA PICHE
 INGENIERO CIVIL
 CIP 51630
 FIRMA DEL VALIDADOR

FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO SIKACEM IMPERMEABLE EN UN CONCRETO F'C= 210KG/CM2 ELABORADO CON CEMENTO TIPO I, VENTANILLA 2018"
 AUTOR DEL INSTRUMENTO: SUDARIO SALAZAR RAUL

ANEXO 7. FICHAS VALIDADAS POR EXPERTOS



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
TÍTULO: Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018"		
VARIABLE: Concreto	DATOS DE LABORATORIO	Nº DE FICHA
	NOMBRE:	
DIMENSION: Permeabilidad	RAZÓN SOCIAL:	FECHA
	UBICACIÓN:	

ADICIÓN DE ADITIVO EN EL CONCRETO

ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE CONCRETO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO CURADO	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD	VALOR PROMEDIO	EXPERTOS
ESP - 37	0%	28 DIAS			<p>PUNTUACIÓN DEL INSTRUMENTO</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center; font-size: 2em;">16</div>
ESP - 38	0%	28 DIAS			
ESP - 39	0%	28 DIAS			
ESP - 40	2%	28 DIAS			
ESP - 41	2%	28 DIAS			
ESP - 42	2%	28 DIAS			
ESP - 43	3%	28 DIAS			
ESP - 44	3%	28 DIAS			
ESP - 45	3%	28 DIAS			

Nota: puntuación: inaceptable (1-6), mínimamente aceptable (7-13), aceptable (14-20)

Nombre y apellido del juez validador:

Especialidad del validador e institución donde labora:

Nombre del instrumento motivo de evaluación: Entrevista

DNI:

Lima, de setiembre del 2018

JOSE LUIS BENITES ZUÑIGA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 126769
 FIRMA DEL VALIDADOR

FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO SIKACEM IMPERMEABLE EN UN CONCRETO $f'c=210\text{KG/CM}^2$ ELABORADO CON CEMENTO TIPO I, VENTANILLA 2018"
 AUTOR DEL INSTRUMENTO: SUDARIO SALAZAR RAUL

ANEXO 8. FICHAS VALIDADAS POR EXPERTOS



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
TÍTULO: Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018"		
VARIABLE: Concreto	DATOS DE LABORATORIO	Nº DE FICHA
	NOMBRE:	
DIMENSION: Concreto en estado fresco	RAZÓN SOCIAL:	FECHA
	UBICACIÓN:	

ADICIÓN DE ADITIVO EN EL CONCRETO

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DE CONCRETO					
ITEM	TIPO DE CONCRETO	CANTIDAD DE ADITIVO	SLUMP	VALOR PROMEDIO	EXPERTOS
1	CONCRETO PATRON	0%			PUNTUACION DEL INSTRUMENTO
2		0%			
3		0%			
4	CONCRETO CON ADITIVO	2%			14
5		2%			
6		2%			
7	CONCRETO CON ADITIVO	3%			
8		3%			
9		3%			

Nota: puntuación: inaceptable (1-6), minimamente aceptable (7-13), aceptable (14-20)

Nombre y apellido del juez validador:

Especialidad del validador e institución donde labora:

Nombre del instrumento motivo de evaluación: Entrevista

DNI:

Lima, de setiembre del 2018

SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN
 INGENIERO CIVIL
 CIP 51630
 FIRMA DEL VALIDADOR

ANEXO 9. FICHAS VALIDADAS POR EXPERTOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO				
FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
TÍTULO: Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018"				
VARIABLE: Aditivo Impermeabilizante	DATOS DE LABORATORIO			Nº DE FICHA
	NOMBRE:			
DIMENSION: Cantidad de Aditivo	RAZÓN SOCIAL:			FECHA
	UBICACIÓN:			

ADICIÓN DE ADITIVO EN EL CONCRETO

ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE CONCRETO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO CURADO	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD	VALOR PROMEDIO	EXPERTOS
ESP - 37	0%	28 DIAS			PUNTUACIÓN DEL INSTRUMENTO
ESP - 38	0%	28 DIAS			
ESP - 39	0%	28 DIAS			
ESP - 40	2%	28 DIAS			
ESP - 41	2%	28 DIAS			
ESP - 42	2%	28 DIAS			
ESP - 43	3%	28 DIAS			
ESP - 44	3%	28 DIAS			
ESP - 45	3%	28 DIAS			

Nota: puntuación: inaceptable (1-6), mínimamente aceptable (7-13), aceptable (14-20)

Nombre y apellido del juez validador:

Especialidad del validador e institución donde labora:

Nombre del instrumento motivo de evaluación: Entrevista

DNI:

Lima, de setiembre del 2018

.....
FIRMA DEL VALIDADOR
C.I.P. N° 50070

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO SIKACEM IMPERMEABLE EN UN CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ELABORADO CON CEMENTO TIPO I, VENTANILLA 2018"
AUTOR DEL INSTRUMENTO: SUDARIO SALAZAR RAUL

ANEXO 10. FICHAS VALIDADAS POR EXPERTOS



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
TÍTULO: Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto f'c= 210kg/cm2 elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018"		
VARIABLE: Concreto	DATOS DE LABORATORIO	N° DE FICHA
	NOMBRE:	
DIMENSION: Concreto en estado fresco	RAZÓN SOCIAL:	FECHA
	UBICACIÓN:	

ADICIÓN DE ADITIVO EN EL CONCRETO

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DE CONCRETO					
ITEM	TIPO DE CONCRETO	CANTIDAD DE ADITIVO	SLUMP	VALOR PROMEDIO	EXPERTOS
1	CONCRETO PATRON	0%			PUNTUACIÓN DEL INSTRUMENTO
2		0%			
3		0%			
4	CONCRETO CON ADITIVO	2%			16
5		2%			
6		2%			
7	CONCRETO CON ADITIVO	3%			
8		3%			
9		3%			

Nota: puntuación: inaceptable (1-6), minimamente aceptable (7-13), aceptable (14-20)

Nombre y apellido del juez validador:

Especialidad del validador e institución donde labora:

Nombre del instrumento motivo de evaluación: Entrevista

DNI:

Lima, de setiembre del 2018

JOSE LUIS BENITES ZUNIGA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 126769
 FIRMA DEL VALIDADOR

ANEXO 11. FICHAS VALIDADAS POR EXPERTOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
TÍTULO: Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto f'c= 210kg/cm2 elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018"		
VARIABLE: Concreto	DATOS DE LABORATORIO	Nº DE FICHA
	NOMBRE:	
DIMENSION: Concreto en estado fresco	RAZON SOCIAL:	FECHA
	UBICACIÓN:	

ADICION DE ADITIVO EN EL CONCRETO

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DE CONCRETO						
ITEM	TIPO DE CONCRETO	CANTIDAD DE ADITIVO	SLUMP	VALOR PROMEDIO	EXPERTOS	
1	CONCRETO PATRON	0%			PUNTUACION DEL INSTRUMENTO	
2		0%				
3		0%				
4	CONCRETO CON ADITIVO	2%			<div></div>	
5		2%				
6		2%				
7	CONCRETO CON ADITIVO	3%				
8		3%				
9		3%				

Nota: puntuación: inaceptable (1-6), mínimamente aceptable (7-13), aceptable (14-20)

Nombre y apellido del juez validador:

Especialidad del validador e institución donde labora:

Nombre del instrumento motivo de evaluación: Entrevista

DNI:

Lima, de setiembre del 2018

FIRMA DEL VALIDADOR
C.I.P. Nº 50070

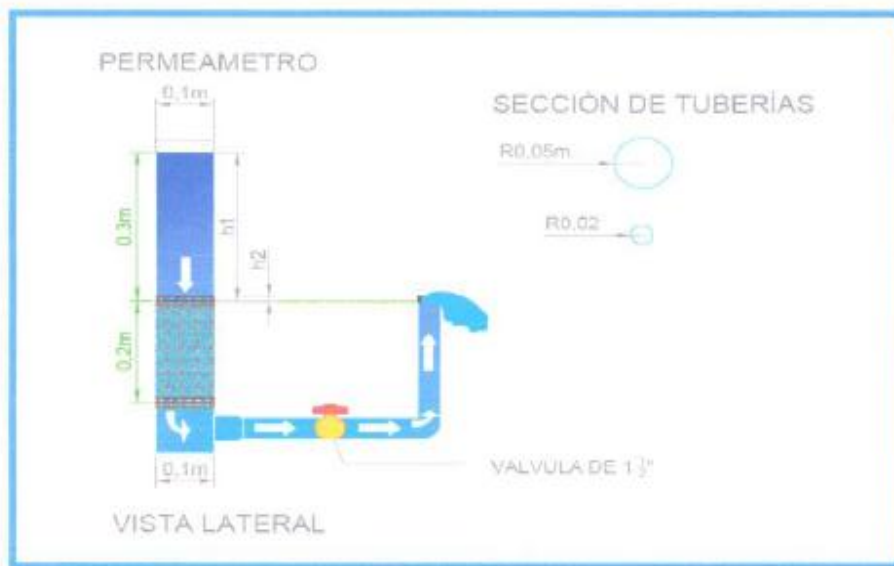
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO SIKACEM IMPERMEABLE EN UN CONCRETO F'c= 210KG/CM2 ELABORADO CON CEMENTO TIPO I, VENTANILLA 2018"
AUTOR DEL INSTRUMENTO: SUDARIO SALAZAR RAUL

ANEXO 12. FICHAS VALIDEZ DEL INSTRUMENTO – PERMEAMETRO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO	
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO SIKACEM IMPERMEABLE EN UN CONCRETO F'C 280 kg/cm ² ELABORADO CON CEMENTO TIPO I, VENTANILLA 2018
TIPO DE ENSAYO:	PERMEABILIDAD DEL CONCRETO
NOMBRE DEL INSTRUMENTO:	PERMEAMETRO DE CARGA VARIABLE



JUICIO DE EXPERTOS:

CIP 109061

FIRMA DE VALIDADOR 1

Margarita Boza Olachea
INGENIERA CIVIL
CIP. 80500

FIRMA DE VALIDADOR 2

SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN
INGENIERO CIVIL
CIP 51630

FIRMA DE VALIDADOR 3

RANGO DE EVALUACIÓN	
	0 0.5 1
PUNTAJE DE EVALUACIÓN	
EXPERTO 1:	1
EXPERTO 2:	0.9
EXPERTO 3:	1

**FICHAS DE RESULTADOS VALIDADOS – ENSAYO DE
PERMEABILIDAD**

ANEXO 13. VALIDACION DE RESULTADOS - PERMEABILIDAD



FICHA DE RESULTADOS DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
TÍTULO: Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto f'c= 280kg/cm2 elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018"		
VARIABLE: Concreto	DATOS DE LABORATORIO	
	Solicitante: Sudario Salazar Raul Gregorio	CICLO: X
DIMENSION: Permeabilidad	Ubicación: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte	Nº DE FICHA
	Metodo: Norma ACI 52.2-R	1

FORMULA A USAR

$$K = \frac{L}{t} \times \frac{a}{A} \times \ln \frac{h_1}{h_2}$$

Dónde:

K: Coeficiente de permeabilidad (m/s).

A: Área de la muestra (m).

a: Área de la tubería de carga (m).

t: Tiempo en segundos que demora en pasar h₂ a h₁

h₁: Altura de agua medida del nivel de referencia (parte superior de la muestra) (m).

h₂: Altura de tubería de salida del agua con respecto al nivel de referencia (0.01m).

L: longitud de la muestra

ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE CONCRETO							
DESCRIPCION	CANTIDAD	TIEMPO CURADO	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD	VALOR PROMEDIO (m/s)	EXPERTOS
ESP - 37	0%	28 DIAS	10.05	20.1	0.00025	0.00026	PUNTUACION DEL INSTRUMENTO <div>15</div>
ESP - 38		28 DIAS	9.98	20.05	0.00024		
ESP - 39		28 DIAS	10.02	20.05	0.00028		
ESP - 40	2%	28 DIAS	10.00	20.00	0.0002	0.00020	
ESP - 41		28 DIAS	9.98	20.03	0.00019		
ESP - 42		28 DIAS	10.02	19.98	0.00021		
ESP - 43	3%	28 DIAS	10.00	20.00	0.00017	0.00017	
ESP - 44		28 DIAS	10.02	20.03	0.00016		
ESP - 45		28 DIAS	10.00	20.00	0.00019		

Nota: puntuación: inaceptable (1-6), minimamente aceptable (7-13), aceptable (14-20)

Nombre y apellido del juez validador:

Especialidad del validador e institución donde labora:

Nombre del instrumento motivo de evaluación: Entrevista

DNI:

Margarita Boza Olachea
INGENIERA CIVIL
CIP. 80500

FIRMA DEL VALIDADOR

Lima, de Noviembre del 2018

ANEXO 14. VALIDACION DE RESULTADOS - PERMEABILIDAD



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RESULTADOS DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
TÍTULO: Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto f'c= 280kg/cm2 elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018"		
VARIABLE: Concreto	DATOS DE LABORATORIO	
	Solicitante: Sudario Salazar Raul Gregorio	CICLO: X
DIMENSION: Permeabilidad	Ubicación: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte	Nº DE FICHA
	Método: Norma ACI 522-R	I

FORMULA A USAR

$$K = \frac{L}{t} \times \frac{a}{A} \times \ln \frac{h_1}{h_2}$$

Dónde:

K: Coeficiente de permeabilidad (m/s).

A: Área de la muestra (m).

a: Área de la tubería de carga (m).

t: Tiempo en segundos que demora en pasar h2-h1

h1: Altura de agua medida del nivel de referencia (parte superior de la muestra) (m).

h2: Altura de tubería de salida del agua con respecto al nivel de referencia (0.01m).

L: longitud de la muestra

ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE CONCRETO							
DESCRIPCION	CANTIDAD	TIEMPO CURADO	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD	VALOR PROMEDIO (m/s)	EXPERTOS
ESP - 37	0%	28 DIAS	10.05	20.1	0.00025	0.00026	PUNTUACION DEL INSTRUMENTO
ESP - 38		28 DIAS	9.98	20.05	0.00024		
ESP - 39		28 DIAS	10.02	20.05	0.00028		
ESP - 40	2%	28 DIAS	10.00	20.00	0.0002	0.00020	16
ESP - 41		28 DIAS	9.98	20.03	0.00019		
ESP - 42		28 DIAS	10.02	19.98	0.00021		
ESP - 43	3%	28 DIAS	10.00	20.00	0.00017	0.00017	
ESP - 44		28 DIAS	10.02	20.03	0.00016		
ESP - 45		28 DIAS	10.00	20.00	0.00019		

Nota: puntuación: inaceptable (1-6), minimamente aceptable (7-13), aceptable (14-20)

Nombre y apellido del juez validador:

Especialidad del validador e institución donde labora:

Nombre del instrumento motivo de evaluación: Entrevista

DNI:

SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN
INGENIERO CIVIL
CP 51630

FIRMA DEL VALIDADOR

Lima, de Noviembre del 2018

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO SIKACEM IMPERMEABLE EN UN CONCRETO F'c= 280KG/CM2 ELABORADO CON CEMENTO TIPO I, VENTANILLA 2018"
AUTOR DEL INSTRUMENTO: SUDARIO SALAZAR RAUL

ANEXO 15. VALIDACION DE RESULTADOS - PERMEABILIDAD



FICHA DE RESULTADOS DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
TÍTULO: Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto f'c= 280kg/cm2 elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018"		
VARIABLE: Concreto	DATOS DE LABORATORIO	
	Solicitante: Sudario Salazar Raul Gregorio	CICLO: X
DIMENSION: Permeabilidad	Ubicación: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte	Nº DE FICHA
	Metodo: Norma ACI 522-R	1

FORMULA A USAR

$$K = \frac{L}{t} \times \frac{a}{A} \times \ln \frac{h_1}{h_2}$$

Dónde:

K: Coeficiente de permeabilidad (m/s).

A: Área de la muestra (m).

a: Área de la tubería de carga(m).

t: Tiempo en segundos que demora en pasar h2-h1

h1: Altura de agua medida del nivel de referencia (parte superior de la muestra (m).

h2: Altura de tubería de salida del agua con respecto al nivel de referencia (0.01m).

L: longitud de la muestra

ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE CONCRETO							
DESCRIPCION	CANTIDAD	TIEMPO CURADO	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD	VALOR PROMEDIO (m/s)	EXPERTOS
ESP - 37	0%	28 DIAS	10.05	20.1	0.00025	0.00026	PUNTUACION DEL INSTRUMENTO <div>14</div>
ESP - 38		28 DIAS	9.98	20.05	0.00024		
ESP - 39		28 DIAS	10.02	20.05	0.00028		
ESP - 40	2%	28 DIAS	10.00	20.00	0.0002	0.00020	
ESP - 41		28 DIAS	9.98	20.03	0.00019		
ESP - 42		28 DIAS	10.02	19.98	0.00021		
ESP - 43	3%	28 DIAS	10.00	20.00	0.00017	0.00017	
ESP - 44		28 DIAS	10.02	20.03	0.00016		
ESP - 45		28 DIAS	10.00	20.00	0.00019		

Nota: puntuación: inaceptable (1-6), mínimamente aceptable (7-13), aceptable (14-20)

Nombre y apellido del juez validador:

Especialidad del validador e institución donde labora:

Nombre del instrumento motivo de evaluación: Entrevista

DNI:

FIRMA DEL VALIDADOR
CIP 109061

Lima, de Noviembre del 2018

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO SIKACEM IMPERMEABLE EN UN CONCRETO F'c= 280KG/CM2 ELABORADO CON CEMENTO TIPO I, VENTANILLA 2018"
AUTOR DEL INSTRUMENTO: SUDARIO SALAZAR RAUL

**FICHAS DE RESULTADOS VALIDADOS – ENSAYO DE
RESISTENCIA A LA COMPRESION**

ANEXO 16. VALIDACION DE RESULTADOS – RESISTENCIA A LA COMPRESION CONCRETO PATRON



FICHA DE RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
TÍTULO: Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018"		
VARIABLE: Aditivo Impemeeabilizante	DATOS DE LABORATORIO	
	Solicitante: Sudario Salazar Raul Gregorio	CICLO
	Nombre: Laboratorio de Mecanica de Suelos y Materiales - EAP Ing. Civil	X
DIMENSION: Cantidad de Aditivo	Ubicacion: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte	Nº DE FICHA
	Metodo: N.P.T. 339.034 : 2015	I

TIPO DE CONCRETO
CONCRETO PATRON

TIPO DE FRACTURA						
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO								
DESCRIPCION	EDAD DE ENSAYO	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	CARGA MAX. (Kg)	RESIST. OBT. (Kg/cm ²)	RESIST. PROM. (Kg/cm ²)
ESP - 1	7 DIAS	9.98	20.10	78.23	Tipo 2	21975	279	297.67
ESP - 2		10.05	19.95	79.33	Tipo 3	23309	296	
ESP - 3		10.02	20.10	78.85	Tipo 3	25042	318	
ESP - 4	14 DIAS	10.00	20.00	78.54	Tipo 3	28159	359	366.67
ESP - 5		10.02	20.10	78.85	Tipo 5	32308	371	
ESP - 6		10.05	20.05	79.33	Tipo 3	29247	370	
ESP - 7	21 DIAS	10.00	20.00	78.54	Tipo 3	34608	391	385.00
ESP - 8		10.03	20.00	79.01	Tipo 5	29699	378	
ESP - 9		10.05	20.04	79.33	Tipo 5	31972	386	
ESP - 10	28 DIAS	10.00	20.02	78.54	Tipo 6	32208	409	404.67
ESP - 11		10.02	20.00	78.85	Tipo 3	33320	413	
ESP - 12		10.01	20.05	78.70	Tipo 5	31894	392	

OBSERVACIONES: La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en KG/cm²) con cemento tipo I debe ser de la siguiente manera:

- ✓ A los 07 días: 60%
- ✓ A los 14 días: 85%
- ✓ A los 21 días: 95%
- ✓ A los 28 días: 100%

Lima, de Noviembre del 2018

ING. MARGARITA BOZA OLACHEA

TEC. JULIO ERNESTO DIAZ GUTIERREZ

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO SIKACEM IMPERMEABLE EN UN CONCRETO $f'c = 210\text{KG/CM}^2$ ELABORADO CON CEMENTO TIPO I, VENTANILLA 2018"
 AUTOR DEL INSTRUMENTO: SUDARIO SALAZAR RAUL

ANEXO 17. VALIDACION DE RESULTADOS – RESISTENCIA A LA COMPRESION CONCRETO CON 2% DE ADITIVO



FICHA DE RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
TITULO: Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018"			
VARIABLE: Aditivo Impemabilizante	DATOS DE LABORATORIO		CICLO
	Solicitante: Sudario Salazar Raul Gregorio		X
DIMENSION: Cantidad de Aditivo	Nombre: Laboratorio de Mecanica de Suelos y Materiales - EAP Ing. Civil		Nº DE FICHA
	Ubicación: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte		2
Metodo: N.P.T. 339.034 : 2015			

TIPO DE CONCRETO
CONCRETO CON 2% DE ADITIVO

TIPO DE FRACTURA						
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO								
DESCRIPCION	EDAD DE ENSAYO	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	CARGA MAX. (Kg)	RESIST. OBT. (Kg/cm ²)	RESIST. PROM. (Kg/cm ²)
ESP - 13	7 DIAS	10,05	20,05	79,33	Tipo 3	26934	343	338,67
ESP - 14		10,03	20,00	79,01	Tipo 3	27483	350	
ESP - 15		9,98	20,00	78,23	Tipo 5	25363	323	
ESP - 16	14 DIAS	10,00	20,04	78,54	Tipo 3	27432	349	372,00
ESP - 17		10,00	20,00	78,54	Tipo 5	30241	385	
ESP - 18		10,05	20,10	79,33	Tipo 3	30022	382	
ESP - 19	21 DIAS	9,97	19,95	78,07	Tipo 3	28241	380	389,33
ESP - 20		10,00	20,00	78,54	Tipo 5	30679	391	
ESP - 21		10,02	20,03	78,85	Tipo 4	31174	397	
ESP - 22	28 DIAS	10,05	20,04	79,33	Tipo 5	30625	391	405,33
ESP - 23		10,00	20,02	78,54	Tipo 4	31802	405	
ESP - 24		10,00	20,00	78,54	Tipo 4	32980	420	

OBSERVACIONES: La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en KG/cm²) con cemento tipo I debe ser de la siguiente manera:

- ✓ A los 07 días: 60%
- ✓ A los 14 días: 85%
- ✓ A los 21 días: 95%
- ✓ A los 28 días: 100%

Lima, de Noviembre del 2018

ING. MARGARITA BOZA OLACHEA

TEC. JULIO ERNESTO DIAZ GUTIERREZ

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO SIKACEM IMPERMEABLE EN UN CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ ELABORADO CON CEMENTO TIPO I, VENTANILLA 2018"
AUTOR DEL INSTRUMENTO: SUDARIO SALAZAR RAUL

ANEXO 18. VALIDACION DE RESULTADOS – RESISTENCIA A LA COMPRESION CONCRETO CON 3% DE ADITIVO



FICHA DE RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
TITULO: Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018"		
VARIABLE: Aditivo Impermeabilizante	DATOS DE LABORATORIO	CICLO
	Solicitante: Sudario Salazar Raul Gregorio	X
DIMENSION: Cantidad de Aditivo	Nombre: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales - EAP Ing. Civil	Nº DE FICHA
	Ubicación: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte	3
Metodo: N.P.T. 339.034 : 2015		

TIPO DE CONCRETO
CONCRETO CON 3% DE ADITIVO

TIPO DE FRACTURA						
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO								
DESCRIPCION	EDAD DE ENSAYO	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	CARGA MAX. (Kg)	RESIST. OBT (Kg/cm ²)	RESIST. PROM. (Kg/cm ²)
ESP - 25	7 DIAS	10,05	20,00	79,33	Tipo 3	29684	378	347,33
ESP - 26		10,00	20,00	78,54	Tipo 5	26428	336	
ESP - 27		10,02	20,20	78,85	Tipo 3	25786	328	
ESP - 28	14 DIAS	10,00	20,05	78,54	Tipo 5	33060	395	391,67
ESP - 29		9,98	20,05	78,23	Tipo 5	31785	405	
ESP - 30		10,02	20,00	78,85	Tipo 5	31254	375	
ESP - 31	21 DIAS	10,00	20,03	78,54	Tipo 3	32709	416	411,00
ESP - 32		10,02	19,98	78,85	Tipo 5	36075	436	
ESP - 33		10,01	20,00	78,70	Tipo 5	29902	381	
ESP - 34	28 DIAS	10,00	20,03	78,54	Tipo 5	32890	419	417,33
ESP - 35		9,98	20,00	78,23	Tipo 4	35474	412	
ESP - 36		10,00	20,02	78,54	Tipo 4	33050	421	

OBSERVACIONES: La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en KG/cm²) con cemento tipo I debe ser de la siguiente manera:

- ✓ A los 07 días: 60%
- ✓ A los 14 días: 85%
- ✓ A los 21 días: 95%
- ✓ A los 28 días: 100%

Lima, de Noviembre del 2018

ING. MARGARITA BOZA OF-APCHMA

TEC. JULIO ERNESTO DIAZ GUTIERREZ

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO SIKACEM IMPERMEABLE EN UN CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ ELABORADO CON CEMENTO TIPO I, VENTANILLA 2018"
AUTOR DEL INSTRUMENTO: SUDARIO SALAZAR RAUL

CERTIFICADOS DE ENSAYOS FISICOS EN LOS AGREGADOS

ANEXO 19. RESULTADOS DE ENSAYOS FISICOS A.F.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD						
Nombre del Cliente:		RAUL SUDARIO SALAZAR CODIGO: 6700273631				
Ubicación de la Muestra:		CANTERA TRAPICHE				
Identificación de la Muestra:		AF-201-280918				
Fecha:		01 de octubre del 2018				

AGREGADO FINO - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	15.20	0.95	0.95	99.05	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	288.80	18.07	19.02	80.98	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	378.10	23.65	42.67	57.33	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	367.60	23.00	65.67	34.33	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	296.20	18.53	84.20	15.80	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	141.30	8.84	93.04	6.96	0.00	10.00
# 200	0.07 mm	34.60	2.16	95.20	4.80	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	76.70	4.80	100.00	0.00	0.00	0.00

CARACTERISTICAS FISICAS	
P. Especif. de Masa Seco (gr/cm ³)	2.67
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm ³)	2.69
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm ³)	2.71
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1759
P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1535
Humedad de absorción (%)	0.81
Módulo de Fineza	3.05
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	4.80

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Emitido por:

Tec. Cesar Dioses

Cesar Dioses

Tecnico

Revisado por:

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

JESÚS SANCA

SUPERVISOR DE CALIDAD

Jesús Sanca

Supervisor

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

ANEXO 20. RESULTADOS DE ENSAYOS FISICOS A.G.

REPORTE DE GRANULOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PLANTA

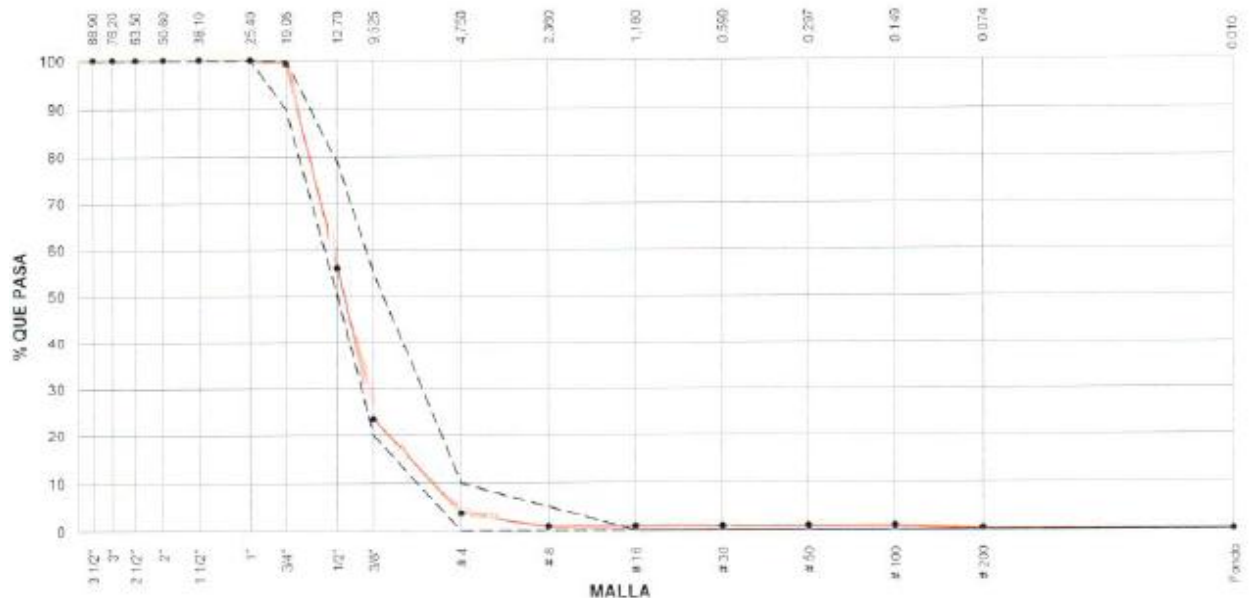
Nombre del Cliente: RAUL SUDARIO SALAZAR CODIGO: 6700273631
Ubicación de la Muestra: CANTERA TRAPIGHE
Identificación de la Muestra: AG-011018

Fecha: 01 de octubre del 2018

AGREGADO GRUESO HUSO # 67						
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP" "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	25.00	0.80	0.80	99.20	90.00
1/2"	12.70 mm	1356.00	43.25	44.05	55.95	50.00
3/8"	9.53 mm	1020.00	32.53	76.58	23.42	20.00
# 4	4.75 mm	625.00	19.93	96.51	3.49	0.00
# 8	2.36 mm	85.00	2.71	99.22	0.78	0.00
# 16	1.18 mm	0.00	0.00	99.22	0.78	0.00
# 30	0.59 mm	0.00	0.00	99.22	0.78	0.00
# 50	0.30 mm	0.00	0.00	99.22	0.78	0.00
# 100	0.15 mm	0.00	0.00	99.22	0.78	0.00
# 200	0.07 mm	19.00	0.61	99.83	0.17	0.00
Fondo	0.01 mm	5.40	0.17	100.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (gr/cm ³)	2.710
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm ³)	2.73
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm ³)	2.76
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1784
P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1630
Humedad de absorción (%)	0.56
Tamaño Máximo	3/4"
Tamaño Máximo Nominal	1/2"
Módulo de Fineza	5.70
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	0.57

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Elaborado por:

CP102
Técnico

Revisado por:

Calypdat
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
CONTROL DE CALIDAD
JESUS SANCA
SUPERVISOR DE CALIDAD

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

ANEXO 21. CERTIFICADO DE CALIBRACION



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Nº 055-18 BAL

OTORGADO A : **Calydat**

CERTIFICA QUE : El instrumento de medición con el modelo y nro de serie indicados líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad al Servicio Nacional de Metrología del INDECOPI.

Instrumento de medición	:	Balanza Digital.
Capacidad	:	30 kg.
Marca	:	OHAUS
Modelo	:	R31P30
Nro de Serie	:	8335440417
Fecha de Calibración	:	08.04.2018
Próxima Calibración	:	08.11.2018

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

ING. EDIS TABOADA PALACIOS
Jefe de Laboratorio
CIP 56551

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN NORMA METROLÓGICA NMP 003-1996 Y PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO PARA BALANZAS DE CLASE I Y CLASE II

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

$U = 1 \text{ gr.} + 0.00034$

PATRONES

01 Pesa de 10 kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 1 kgr, 01 Pesa 500 gr, 01 Jgo de Pesas de 2 mg a 200 gr, CERTIFICADOS LM 758-2012, LM 761-2012, LM 063-2012, LM 062-2012, LM 061-2012

TRAZABILIDAD

Las pesas tienen trazabilidad a los Patrones Nacionales del Servicio Nacional de Metrología del INDECOPI.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura Inicial 19.1°C Final 19.0°C
Humedad Relativa 90 %

RESULTADO DE LA MEDICIÓN

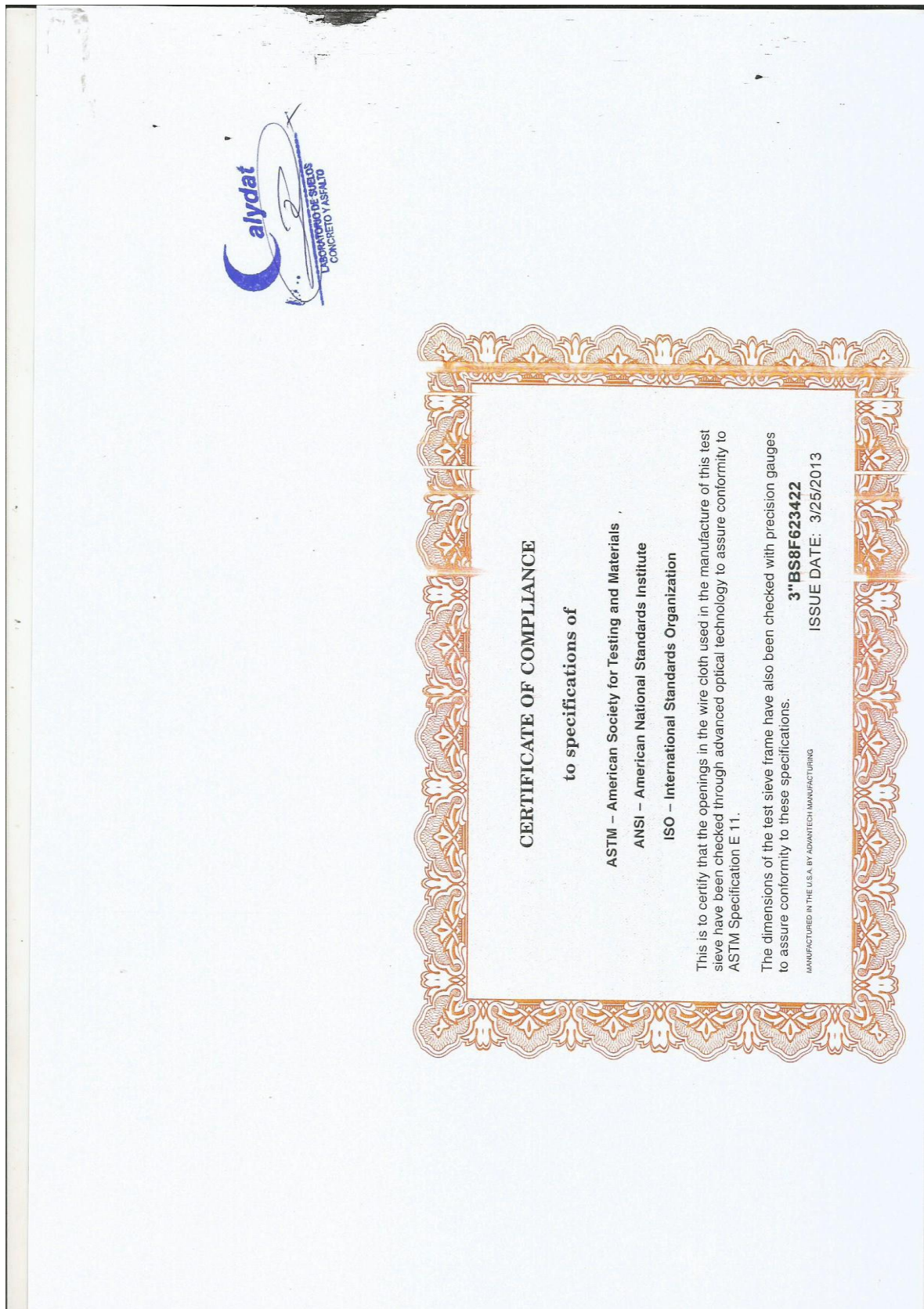
Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma metrologica consultada.

OBSERVACIONES


Con fines de identificación se ha colocado en la balanza una etiqueta con el nro del certificado.

Mz. E Lt. 15 As. Huertos de Huachipa- Lurigancho
Fijo 371-0531 371-0475 - Email: ventas@orionrcp.com
www.orionrcp.com

ANEXO 22. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE TAMIZ DE 3"



ANEXO 23. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE TAMIZ DE 2.5"

 **alydat**
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO

CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials
ANSI – American National Standards Institute
ISO – International Standards Organization

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11.

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

2.5"BS8F652594
ISSUE DATE: 11/8/2013

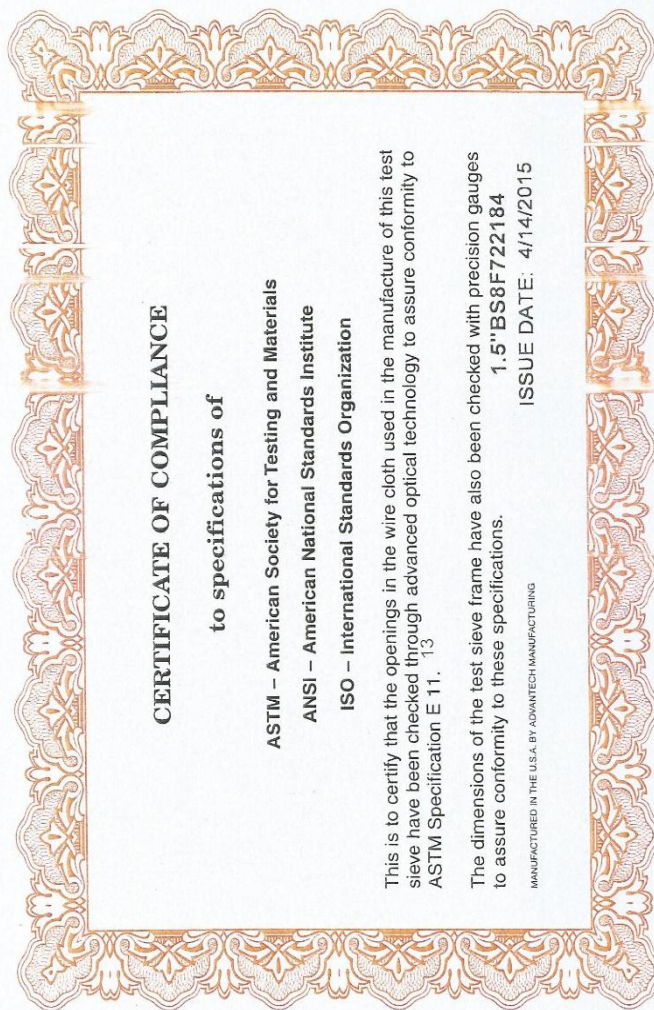
MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ADVANTECH MANUFACTURING

ANEXO 24. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE TAMIZ DE 2”



<p>CERTIFICATE OF COMPLIANCE</p> <p>to specifications of</p> <p>ASTM – American Society for Testing and Materials ANSI – American National Standards Institute ISO – International Standards Organization</p> <p>This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11.</p> <p>The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.</p> <p>MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ADVANTECH MANUFACTURING</p>	<p>2"BS8F630215</p> <p>ISSUE DATE: 4/26/2013</p>
---	--

ANEXO 25. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE TAMIZ DE 1.5"



ANEXO 26. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE TAMIZ DE 1”



CERTIFICATE OF COMPLIANCE

to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials

ANSI – American National Standards Institute

ISO – International Standards Organization

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11. 13

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ADVANTECH MANUFACTURING

1"BS8F685017

ISSUE DATE: 11/13/2014

ANEXO 27. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE TAMIZ DE 3/4"

alydat
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO

CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials
ANSI – American National Standards Institute
ISO – International Standards Organization


This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11. 15

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

3/4"BS8F721359
ISSUE DATE: 5/14/2015

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ADVANTECH MANUFACTURING

ANEXO 28. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE TAMIZ DE 1/2"



CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials
ANSI – American National Standards Institute
ISO – International Standards Organization


This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11. ¹³

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

1/2" BS8F716059
ISSUE DATE: 4/10/2015

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ADVANTECH MANUFACTURING

ANEXO 29. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE TAMIZ DE 3/8"



CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials
ANSI – American National Standards Institute
ISO – International Standards Organization

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11. 13

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

3/8"BS8F691949
ISSUE DATE: 11/13/2014

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ADAMTECH MANUFACTURING

ANEXO 30. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE MALLA N° 4


TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2013

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	4,74 mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	4,87 mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	1,45 mm
MALLA No. MESH No.	4
SERIE No. SERIAL No.	47553
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	$\pm 10,55 \mu\text{m}$
FECHA DATE	2015 / 05 / 11
FIRMA SIGN	


N° CP9087 - 2014

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

AC-P-11-F-01 Rev4



ANEXO 31. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE MALLA N° 8

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2013

ABERTURA PROMEDIO 2375,67 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 2377,96 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 941,75 μm
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 8
MESH No.

SERIE No. 44877
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 19,55 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2014 - 11 - 29
DATE

FIRMA
SIGN



ASTM E11 - 13
BUREAU VERITAS
Certification
N° 075007 - 2014

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

ANEXO 32. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE MALLA N° 16

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2013

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	1199,86 μm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	1199,59 μm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	609,96 μm
MALLA No. MESH NO.	16
SERIE No. SERIAL NO.	46398
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	$\pm 12,09 \mu\text{m}$
FECHA DATE	2015 - 03 - 17
FIRMA SIGN	


BUREAU VERITAS
N° CP5087 - 2014

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

ANEXO 33. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE MALLA N° 30

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2013

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	592,76 μm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	594,69 μm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	377,56 μm
MALLA No. MESH No.	30
SERIE No. SERIAL No.	47598
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	$\pm 5,66 \mu\text{m}$
FECHA DATE	2015 - 05 - 11
FIRMA SIGN	


ASTM E 11 - 13
BUREAU VERITAS
Certification
N° 015087 - 2014

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

ANEXO 34. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE MALLA N° 50

TEST SIEVE CERTIFICATED
TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

IN ACCORDANCE WITH NORM
CONFORME CON LA NORMA
ASTM E-11- 2009

AVERAGE APERTURE X: 301,50 μm ; 297,61 μm
ABERTURA PROMEDIO
DIÁMETRO PROMEDIO 203,01 μm
AVERAGE DIAMETER
MESH No. / MALLA No. 50
SERIAL No. / SERIE No. 31947
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN 4,74 μm
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

DATE / FECHA 2012-10-22 SING / FIRMA Carlos Moreno
Técnico: Carlos Moreno

ASTM E 11 - 09
BUREAU VERITAS
Certification
N° CP4310 - 2012

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957
Calle 18 Número: 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

AC-P-11-F-02



ANEXO 35. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE MALLA N° 100

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2013

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	148,73 μm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	153,47 μm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	90,63 μm
MALLA No. MESH NO	100
SERIE No. SERIAL NO	47981
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	$\pm 2,53 \mu\text{m}$
FECHA DATE	2015 - 05 - 26
FIRMA SIGN	


ASTM E 11 - 13
BUREAU VERITAS
Certification
N° CF0067 - 2014

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

AC-P-11-F-01 Rev4



FICHA TECNICA DEL ADITIVO

ANEXO 36. FICHA TÉCNICA DEL ADITIVO IMPERMEABILIZANTE

BUILDING TRUST

HOJA TÉCNICA

Sika® Cem Impermeable

Impermeabilizante Integral para Mezclas de Concreto

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Cem Impermeable es un aditivo impermeabilizante líquido especialmente indicado para concreto y mortero. Es libre de cloruros y actúa como bloqueador de poros.

USOS

Sika® Cem Impermeable está particularmente indicado para:

- Preparar concreto impermeable en: cimentaciones, sótanos, tanques de agua, cisternas, piscinas, muros, jardineras, etc.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika® Cem Impermeable tiene las siguientes ventajas:

- Gran acción impermeabilizante.
- Disminuye la porosidad del concreto y mortero.
- Concretos y morteros más resistentes y durables.
- Fácil aplicación.

NORMAS

ESTÁNDARES

Sika® Cem Impermeable cumple con la norma EN 12390 Anexo 8.

DATOS BÁSICOS

FORMA

COLORES

Blanco

PRESENTACIÓN

Envase PET x 4 L

Balde x 20 L

ALMACENAMIENTO

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL

Un año en sitio fresco y bajo techo en su envase original y bien cerrado.

DATOS TÉCNICOS

DENSIDAD

1,02 +/- 0,02 Kg/L

USGBC VALORACIÓN LEED

Sika® Cem Impermeable cumple con los requerimientos LEED.

Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants.

Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)

CARTA DE PATROCINIO DEL LABORATORIO CALYDAT

ANEXO 37. CARTA DE PATROCINIO

CARTA DE PATROCINIO

El laboratorio CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE ACTIVIDADES TÉCNICAS S.R.L. - CALYDAT con RUC 20600479521, ubicado en Jr. 23 de Diciembre N° 102 Villa el Carmen - Independencia, extiende la presente Carta de Patrocinio al estudiante Universitario Raúl Gregorio Sudario Salazar CÓDIGO: 6700273631 que viene cursando el décimo ciclo de la carrera profesional de Ingeniería Civil en la Universidad Cesar Vallejo.

El laboratorio como parte de su política busca incentivar la investigación científica para contribuir con el desarrollo de la ingeniería, es por ello que se evaluó el pedido del estudiante, analizando su tema de investigación y objetivos del mismo, otorgándole así el apoyo con el uso de instalaciones y equipos para que realice los ensayos correspondientes para poder desarrollar su proyecto de investigación; todo ello de forma gratuita con un convenio de por medio, el cual se basa en usar los resultados científicos como antecedentes para investigaciones futuras de parte del laboratorio y mención del Laboratorio en la tesis.

A través de lo expresado, se otorga el Patrocinio al solicitante para contribuir con el desarrollo de su investigación.

Atentamente,



Laboratorio de Ensayos
de Concreto y Asfalto

Jorge Bernardino Calderón Llanos
GERENTE GENERAL



EDUARDO ADOLFO BRUNO CASTILLO
INGENIERO CIVIL
Reg. OIP N° 188064

CARTA DE PATROCINIO DOC-LAB-002-OCT-2018
CALYDAT - CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE ACTIVIDADES TÉCNICAS S.R.L.
Jr. 23 de Diciembre N°102- Villa el Carmen - Independencia - LIMA PERU

INFORME DE LABORATORIO CALYDAT

ANEXO 38. INFORME LABORATORIO CALYDAT

LISTADO DE ENSAYOS REALIZADOS EN CALYDAT

El laboratorio CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE ACTIVIDADES TECNICAS S.R.L. - CALYDAT con RUC 20600479521, ubicado en Jr. 23 de Diciembre Nº 102 Villa el Carmen - Independencia.

Mediante la carta de Patrocinio DOC-LAB-002-OCT-2018 permite el uso de las instalaciones y equipos al estudiante universitario Raúl Gregorio Sudario Salazar CODIGO: 6700273631 tema de TESIS: "Evaluación de la Incorporación del aditivo SIKACEM Impermeable en un concreto $f'c=280$ kg/cm² elaborado con Cemento Tipo I, Ventanilla".

Para el desarrollo de los ensayos de ensayos físicos materiales suministrados por terceros y conformación de ensayos frescos de concreto, necesarios para su tesis:

Arena gruesa de Cantera Trapiche,
Muestreo y ensayo de acuerdo a NTP 400.010

Piedra Chancada proveniente de UNICON-Tripiche,
Muestreo y ensayo de acuerdo a NTP 400.010

- **Ensayos físicos de agregados grueso**
 - ❖ Granulometría (NTP 400.012)
 - ❖ Peso Unitario (NTP 400.017)
 - ❖ Peso Específico y % absorción (NTP 400.022)
 - ❖ Malla # 200 (NTP 400.018)
 - ❖ Contenido de humedad (NTP339.185)
- **Ensayos físicos de agregados fino**
 - ❖ Granulometría (NTP 400.012)
 - ❖ Peso Unitario (NTP 400.017)
 - ❖ Peso Específico y % absorción (NTP 400.021)
 - ❖ Malla # 200 (NTP 400.018)
 - ❖ Contenido de humedad (NTP 339.185)
- **Preparación de diseños de mezclas**
 - ❖ Ensayo de asentamiento - Slump (NTP 339.035)


EDUARDO ADOLF O BRUNO CASTILLO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 182084

DOC-AUX-003-NOV-2018
CALYDAT - CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE ACTIVIDADES TECNICAS S.R.L.
Jr. 23 de Diciembre Nº102- Villa el Carmen - Independencia - LIMA PERU

- ❖ Temperatura (NTP 339.184)
- ❖ Peso Unitario del concreto (NTP 339.046)
- ❖ Exudación del concreto (NTP 339.077)
- ❖ Moldeo de probetas cilíndricas de $\varnothing 4 \times 8$ " (NTP 339.033)
- ❖ Curado de probetas (NTP 339.033)

Atentamente.



Jorge Bernardino Calderón Llanos
GERENTE GENERAL


EDUARDO ADOLFO BRUNO CASTILLO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 168894

ENSAYOS REALIZADOS EN CALYDAT

1. Ensayos realizados.

1.1 Ensayo para determinar la granulometría del agregado.

Se realizó siguiendo lo indicado por la norma ASTM C136 (Método de Ensayo Normalizado para determinar el Análisis Granulométrico de los Áridos Finos y Gruesos), tanto en los aparatos usados, los alcances, y el procedimiento a seguir.

Este método se usa para agrupar según el tamaño de las partículas los agregados finos y grueso, mediante el uso de tamices; esto consta en hacer pasar una muestra seca (agregados) a través de una serie de tamices ordenadas por aberturas de mayor a menor.

- Equipos y herramientas a usar

- Tamices de 8" de diámetro, con un bastidor resistente para evitar la pérdida del material en el tamizado, las aberturas de los tamices usados fueron las siguientes: 4", 3 1/2", 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200, con fondo y tapa



Figura 1. Tamices. Fuente: Elaboración propia


EDUARDO ADOLFO BRUNO CASTILLO
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 16884

- Balanza: Se usó una balanza con una lectura y precisión de 0,1% de la masa de ensayo.



LABORATORIO
CONTROL DE CALIDAD

JESÚS SANCA
SUPERVISOR DE CALIDAD

DOC-AUX-003-NOV-2018

CALYDAT - CALIDAD Y ASESURAMIENTO DE ACTIVIDADES TÉCNICAS S.R.L.

Jr. 23 de Diciembre N°102- Villa el Carmen - Independencia - LIMA PERU

Figura 2. Balanza. Fuente: Elaboración propia

- Horno con temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$).



Figura 3. Horno. Fuentes: Elaboración propia

- Procedimiento


EDUARDO ADOLFO BRUNO CASTELLI
INGENIERO CIVIL
RNE CP N° 98854

Siguiendo por lo indicado en la NTP 400.012, se lavó y seco la muestra, para luego ser llevado al horno por 24 horas a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Luego del proceso de secado, se debe colocar el juego de tamices ordenados en forma decreciente de las aberturas, colocar la muestra en el tamiz superior, aplicando ligeros golpes y agitando los tamices de derecha a izquierda, hasta poder obtener la retención de la muestra en cada tamiz.

Se pesará el material retenido en cada tamiz, la masa del total del material luego del proceso de tamizado, se debe comparar con la masa original que se tenía antes del proceso, las cantidades no deben diferenciarse del más del 0.3%.

LABORATORIO
CONTROL DE CALIDAD

JESÚS SANCA
SUPERVISOR DE CALIDAD

DOC-AUX-003-NOV-2018

CALYDAT - CALIDAD Y ASESURAMIENTO DE ACTIVIDADES TÉCNICAS S.R.L.

Jr. 23 de Diciembre N°102- Villa el Carmen - Independencia - LIMA PERU

Luego procedemos con el pesado del material retenido en cada tamiz, para después determinar el tamaño máximo y tamaño máximo nominal de los agregados, tanto grueso y fino.

2. Elaboración de probetas.

Para poder elaborar las probetas en cuando a moldes y herramientas, se realizó siguiendo las indicaciones de la ASTM C 31/C 31M, NTP 339.033, y tal como la norma cita. Para ensayos de aceptación para la resistencia especificada a la compresión, los cilindros deben ser de 150 mm x 300 mm o 100 mm x 200 mm, en este caso se usará la segunda opción.

Se procedió a pesar los materiales según el diseño de mezcla establecido, para ello se hizo uso de una balanza y un recipiente.



Figura 4. Balanza electrónica y tara. Fuente: Elaboración propia

Cuando ya se pesó y separó los materiales, se procedió a realizar la mezcla, este proceso se realizó para cada tipo de mezcla, se debe tener en consideración que se tuvo cuatro diseños, en los cuales uno era sin fibras de acero y otras tres con fibras de acero, pero con diferentes dosificaciones.



DOC-AUX-003-NOV-2018
CALYDAT - CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE ACTIVIDADES TÉCNICAS S.R.L.
Jr. 23 de Diciembre N°102- Villa el Carmen - Independencia - LIMA PERU

Figura 5. Trompo y materiales usados. Fuente: Elaboración propia

Luego de haber realizado la mezcla se procede a realizar el vaciado a los moldes cilíndricos de 10mm de diámetro (4") por 20 mm (8" de altura), la cantidad de moldes fueron de tres por cada día de ensayo y dentro de cada día, tres por cada tipo de diseño, se toman tres especímenes, dado que, así lo determina la NORMA E060 CONCRETO ARMADO: "[...] Para cada relación agua-material cementante o contenido de material cementante deben confeccionarse y curarse al menos tres probetas cilíndricas para cada edad de ensayo [...]. Las probetas deben ensayarse a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para determinar $f'c$ ". (2009, p. 42)."



Figura 6. Moldes plásticos utilizados y probetas de concreto compactado. Fuente: Elaboración propia.

Se debe mover la cuchara alrededor del perímetro de molde para asegurarnos de una distribución adecuada del concreto, una en la que se obtenga una mínima segregación. Cada capa debe ser realizada conforme a lo que indican las tablas 1 y 2), el procedimiento se determinará por el tipo de asentamiento.

Tabla 1: Métodos de consolidación. Requisitos de aplicación

Asentamiento, mm	Método de consolidación
≥ 25	Apisonado o vibración
< 25	Vibración

Fuente: NTP 339.033


 EDUARDO ADOLFO BRUNO CASTILLO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 188264

LABORATORIO
CONTROL DE CALIDAD
 JESÚS SANCA
 SUPERVISOR DE CALIDAD

DOC-AUX-003-NOV-2018
 CALYDAT - CALIDAD Y ASESURAMIENTO DE ACTIVIDADES TÉCNICAS S.R.L.
 Jr. 23 de Diciembre N°102- Villa el Carmen - Independencia - LIMA PERU

Al tener un slump mayor a 25 mm (2"), se puede usar tanto el apisonado o vibración como método de consolidación.

En laboratorio se usó el método de apisonado, método en el cual se usa una varilla metálica, y con el cual se genera golpes en toda el área de los moldes cilíndricos por cada capa que se realice, el número de capas y golpes estará determinado por el tipo y tamaño de espécimen, en la siguiente tabla se observa a detalle los números.

Tabla 2: Moldeo de especímenes por apisonado. Requisitos

Tipo de espécimen y tamaño	Numero de capas de igual altura	Numero de golpes por capa
Cilindros: diámetro, mm		
100	2	25
150	3	25
225	4	50
Vigas: ancho, mm		
150 a 200	2	Véase 10.3
>200	3 o más de igual altura, sin exceder 150 mm	Véase 10.3

Fuente: NTP 339.033

Ya que se realizará moldes cilíndricos con diámetro de 100 mm, entonces se realizarán 2 capas con 25 golpes en cada una.



Figura 14. Consolidación del concreto mediante el método de apisonado. Fuente:

Elaboración propia. Al colocar la capa final, se debe adicionar una cantidad de concreto de manera de enrasar a tope con el borde superior del molde después de la consolidación.

DOC-AUX-003-NOV-2018

CALYDAT - CALIDAD Y ASESURAMIENTO DE ACTIVIDADES TÉCNICAS S.R.L.

Jr. 23 de Diciembre N°102 - Villa el Carmen - Independencia - LIMA PERU

SOLICITUD DE LABORATORIO

ANEXO 39. SOLICITUD DE USO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UCV

SOLICITO: LABORATORIO DE CONCRETO
PARA ROTURA DE PROBETA

A: **LIC. LILA TAPIA NUÑEZ**
JEFATURA DE LABORATORIO DE APOYO ACADEMICO
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – SEDE LIMA NORTE

Yo, Raúl Gregorio Sudario Salazar, identificado con DNI N° 46737162 y Código de Alumno N° 6700273631, me encuentro cursando el “Ciclo X” de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, ante usted me presento y expongo:

Que de acuerdo a la malla curricular de la Universidad, en el décimo ciclo debo desarrollar mi proyecto de investigación: **“EVALUACION DE LA INCORPORACION DEL ADITIVO SIKACEM IMPERMEABLE EN UN CONCRETO F’C=210 Kg/cm² ELABORADO CON CEMENTO TIPO I, VENTANILLA – 2018”** y tomando en consideración que mi tema a desarrollar es experimental necesitando ser probado en Laboratorios de Concreto, pido a usted se me autorice el **uso de la prensa de 100 TN** a su vez también solicito el apoyo técnico de un personal para que me pueda indicar y supervisar el uso del laboratorio.

Por lo expuesto, pido a usted acceda a mi petición por ser de justicia.

Agradeciéndole de antemano aprovecho la oportunidad para reiterarle mi consideración y estima personal.

Lima, 15 de Octubre de 2018

Atentamente:



RAUL GREGORIO SUDARIO SALAZAR
DNI N° 46737162
COD. ALUMNO: 6700273631

Correos:
raul.sudario.id@gmail.com
Cel: 979111614



CONSTANCIA DE LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES

ANEXO 40. CONSTANCIA DE LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES PI



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL

CONSTANCIA DE LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES PROYECTO DE INVESTIGACION (PI)

Lima, 14 de febrero 2018

Conste por la presente, el visto bueno que otorga el encargado de investigación:

Ing. Cecilia Arriola Moscoso

Al levantamiento de observaciones del Proyecto de Investigación (PI) titulado:

EVALUACION DE LA INCORPORACION DEL ADITIVO SIKACEM IMPERMEABLE
EN UN CONCRETO $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ELABORADO CON CEMENTO TIPO I, VENTANILLA 2018

Línea de investigación:

<input checked="" type="checkbox"/>	Diseño sísmico y estructural
<input type="checkbox"/>	Diseño de obras hidráulicas y saneamiento
<input type="checkbox"/>	Diseño de infraestructura vial

Presentado por: RAUL SUDARIO SALAZAR

Sustentado en fecha: 12 DE JULIO DE 2018

Presidente	<u>BENDEZU ROMERO LENIN MIGUEL</u>
Secretario	<u>HELLO GALPARRIDA ORTIZ</u>
Vocal	<u>ARRIOLA MOSCOSO CECILIA</u>

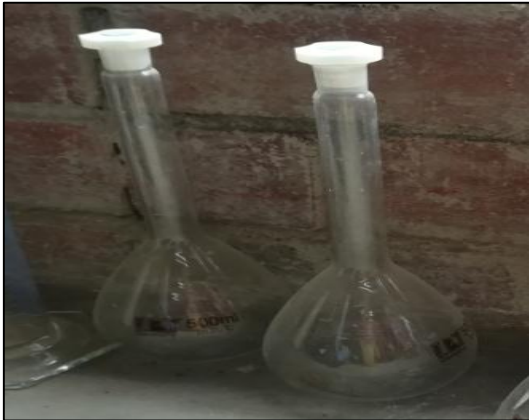
Con el fin de proceder con el Desarrollo del Proyecto de Investigación (DPI).


Firma del encargado de investigación

PANEL FOTOGRÁFICO

ANEXO 41. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE INGENIERIA

Picnómetro



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tamices



Fuente: Elaboración propia, 2018

Balanza electrónica



Fuente: Elaboración propia, 2018

Balanza electrónica



Fuente: Elaboración propia, 2018

Horno microondas



Fuente: Elaboración propia, 2018

Cono de Abrams



Fuente: Elaboración propia, 2018

Molde para probetas



Fuente: Elaboración propia, 2018

Recipiente para medir agua



Fuente: Elaboración propia, 2018

Recipiente para agregados



Fuente: Elaboración propia, 2018

Cucharon



Fuente: Elaboración propia, 2018

Martillo de goma



Fuente: Elaboración propia, 2018

Mescladora eléctrica



Fuente: Elaboración propia, 2018

Carretilla



Fuente: Elaboración propia, 2018

Varilla lisa



Fuente: Elaboración propia, 2018

Flexo metro



Fuente: Elaboración propia, 2018

Probetas a analizar



Fuente: Elaboración propia, 2018

Equipo de compresión



Fuente: Elaboración propia, 2018

Permeametro de carga variable



Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO 42. PROCESO DE ELABORACIÓN DE PROBETAS

Pesado del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia, 2018

Pesado del agregado Fino



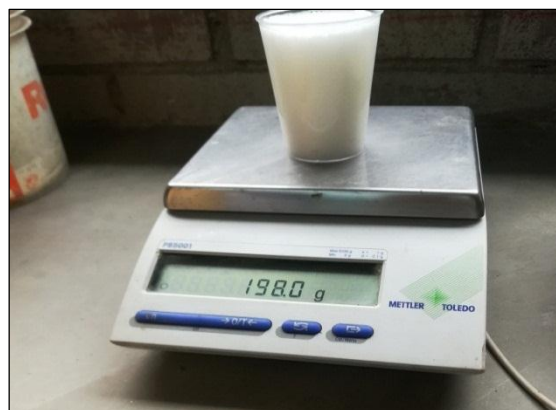
Fuente: Elaboración propia, 2018

Pesado del Cemento



Fuente: Elaboración propia, 2018

Pesado del Aditivo



Fuente: Elaboración propia, 2018

Pesado del Aditivo



Fuente: Elaboración propia, 2018

Se mezcla todos los materiales



Fuente: Elaboración propia, 2018

Ensayo de asentamiento (Slump)



Fuente: Elaboración propia, 2018



Fuente: Elaboración propia, 2018

Procedimiento para elaboración de probetas



Fuente: Elaboración propia, 2018



Fuente: Elaboración propia, 2018

Desmoldado de probeta y posterior curado



Fuente: Elaboración propia, 2018



Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO 43. PROCESO DE ROTURA DE PROBETAS

Colocación de la probeta



Fuente: Elaboración propia, 2018

Colocación de la probeta



Fuente: Elaboración propia, 2018

Rotura de la probeta



Fuente: Elaboración propia, 2018

Rotura de la probeta



Fuente: Elaboración propia, 2018

Verificando la fractura



Fuente: Elaboración propia, 2018

Resultados de ensayo



Fuente: Elaboración propia, 2018

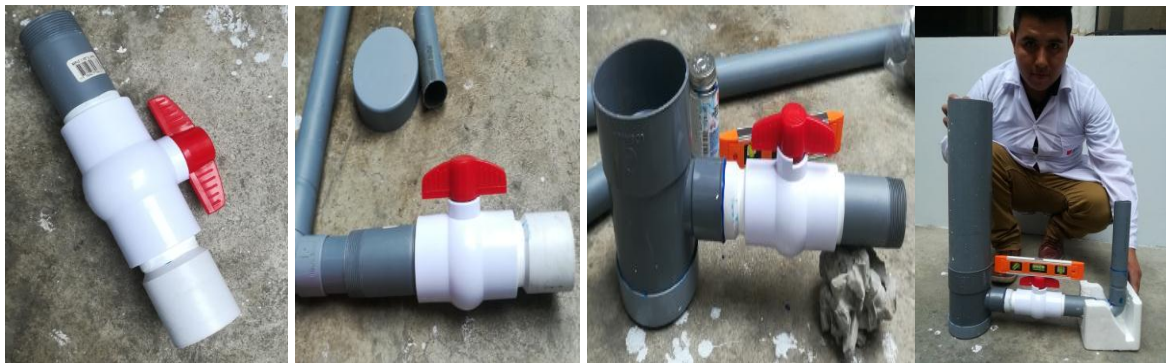
ANEXO 44. ENSAYO DE PERMEABILIDAD

Materiales utilizados en el permeametro de carga variable



Fuente: Elaboración propia, 2018

Proceso de armado del permeametro de carga variable



Fuente: Elaboración propia, 2018

Forrado de probetas



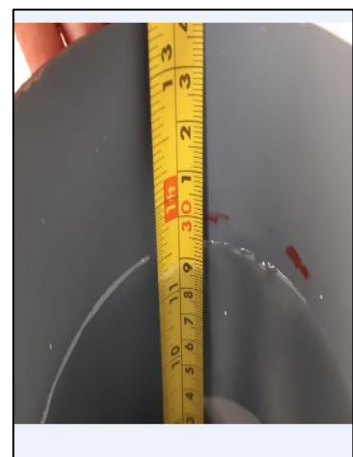
Fuente: Elab. propia, 2018

Medicion de H1



Fuente: Elab. propia, 2018

Medicion de H2



Fuente: Elab. propia, 2018



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

SANDRINO SACAZAR, RAUL GARCIA

INFORME TITULADO:

*EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE ÁGUA SIVACEM
IMPERMEABLE EN UN CONCRETO $f_k = 280 \text{ kg/cm}^2$ ELABORADO CON
CEMENTO TIPO I, VENTURA 2013*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

13/12/2018

NOTA O MENCIÓN :

14 (CONV. 05)


Firma del Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo, **ING. CECILIA ARRIOLA MOSCOSO**

Docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, sede Lima Norte), revisor(a) de la tesis titulada:

"EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO SIKACEM IMPERMEABLE EN UN CONCRETO F'C= 280KG/CM2 ELABORADO CON CEMENTO TIPO I, VENTANILLA 2018"

Del (de la) estudiante **SUDARIO SALAZAR RAUL GREGORIO**

Constato que la investigación tiene un índice de similitud de **23 %** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha... Los Olivos, 13/12/18



 Firma
ING. CECILIA ARRIOLA MOSCOSO
 DNI: 43851809

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo **SUDARIO SALAZAR RAUL GREGORIO**, identificado con DNI N°
46737162

Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la
Universidad César Vallejo, autorizo (**X**), No autorizo () la
divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación
titulado:

**“EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO SIKACEM
IMPERMEABLE EN UN CONCRETO F'C= 280KG/CM2 ELABORADO CON
CEMENTO TIPO I, VENTANILLA 2018”**

En el Repositorio Institucional de la UCV
(<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto
Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

FIRMA
DNI: 46737162

FECHA: de del 201....

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	-------------------------------	--------	--------------------	--------	------------------------------------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable
en un concreto f'c= 280kg/cm2 elaborado con cemento tipo I.
Ventamilla 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Sudario Salazar, Raul Gregorio

ASESOR:

Ms. Ing. Arriola Moscoso, Cecilia

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño sísmico y estructural

LIMA - PERÚ

Raul Gregorio Sudario Salazar
13/12/18



Resumen de coincidencias X

23 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

1	repositorio.ucv.edu.pe	4 %
2	Entregado a Universidad...	4 %
3	Entregado a Universidad...	3 %
4	repositorio.unc.edu.pe	2 %
5	Entregado a Universidad...	1 %
6	documents.mx	1 %
7	tesis.ucsm.edu.pe	1 %
8	myslide.es	1 %
9	pt.acribd.com	<1 %